安全系列报告

NO.20

辐射防护和辐射源安全使用培训

Training in Radiation Protection and the Safe Use of Radiation Sources

杨河涛　刘森林　张海霞 译　　吴　潜 校

原子能出版社

责任编辑：胡君华　　封面设计：滚福新



定价：15.00元

辐射防护和辐射源安全使用培训

杨河涛 刘森林 张海霞 译
吴 潜 校

原子能出版社

图字 01-2003-7031 号

图书在版编目（CIP）数据

辐射防护和辐射源安全使用培训/国际原子能机构著；杨河涛，刘森林，张海霞译. —北京：原子能出版社.2003.7

ISBN 7-5022-2940-X

Ⅰ.辐… Ⅱ.①国…②杨…③刘…④张… Ⅲ.①辐射防护—技术培训—教材 Ⅳ.TL7

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2003）第 055865 号

Safety Reports Series No. 20: Training in Radiation Protection and the Safe Use of Radiation Sources

（中译本的出版得到国际原子能机构的许可，但国际原子能机构声明不对该中译本承担责任）

辐射防护和辐射源安全使用培训

出版发行	原子能出版社（地址：北京市海淀区阜成路 43 号 邮编：100037）
责任编辑	胡君华
责任校对	武 洁
责任印制	宋清林
印 刷	中国文联印刷厂
开 本	850 mm × 1168 mm 1/32
字 数	70 千字
印 张	3
版 次	2003 年 10 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 7-5022-2940-X
经 销	全国新华书店
印 数	1—500
定 价	15.00 元

版权所有 侵权必究（如有缺页、倒装，请与出版社联系调换）

译者的话

随着核能与核应用技术在我国核电事业与国民经济中得到日益广泛的应用，核与辐射研究、技术开发也有了新的发展，因此，国际社会、我国政府和广大公众对安全的要求与重视程度也越来越高。1996 年国际原子能机构（IAEA）发布了安全丛书 No.120《辐射源的辐射防护与安全》和安全丛书 No.115《国际电离辐射防护与辐射源安全的基本安全标准》（由联合国粮食及农业组织、国际原子能机构、国际劳工组织、经济合作与发展组织的核能机构、泛美卫生组织和世界卫生组织共同制定）。目前我国已相继颁布了《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》；同时，也发布了我国的《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》，并于 2003 年 4 月 1 日实施。这些法律与标准对注册者、许可证持有者、用人单位以及从业人员的安全责任、辐射防护与辐射源安全的职业培训要求进行了明确地规定。因此，各国都越来越重视放射性工作从业人员，核与辐射安全监督管理人员，以及核与辐射合格安全专家的辐射防护与辐射源安全的职业培训工作。基于安全丛书 No.115《国际电离辐射防护与辐射源安全的基本安全标准》的要求，以及 1988 年出版的技术系列报告 No.280《辐射防护培训课程》使用以来的实践的经验反馈，2001 年国际原子能机构将该技术报告进行修改与补充，发布了安全系列报告 No.20《辐射防护与辐射源安全使用培训》。

本译文是依据上述的国际原子能机构安全系列报告 No.20 进行翻译的。本书的主要内容吸纳了国际原子能机构过去出版的几个培训课程版本的精华部分，新增加了国际原子能机构安全丛书 No.115 的培训要求，以及辐射防护和辐射源安全使用、近年来培训方法方面的发展。本书以提升安全文化素养，提高辐射防护行为能力为培

训工作的根本目的。本书是以通过有组织的教育和专门培训课程、现场实习、学术讨论交流会、友好交流和科学访问等各种形式的培训内容，为帮助各成员国培训专门人才而设计的。本书对从事核专业或接触放射性的工作人员，特别是从事放射性活动的单位和个人非常有参考价值，同时，该书也可供广大科技工作者、管理人员、高等院校相关专业师生参考。

参加本书翻译的有：杨河涛（第一章至第五章、附录I至附录V）、刘森林（前言、附录VI）、张海霞（附录VII）。吴潜同志对本书进行了校对。

尽管译校者尽了很大努力，但限于专业知识水平，仍难免有不确切、甚至错误之处，敬请读者批评指正。

本书中译本的出版得到了 IAEA 出版处和中国核工业集团公司科技与国际合作部的大力支持和帮助，以及原子能出版社的指导和帮助，特此致谢。

翻译组

2003年8月

序

国际原子能机构（IAEA）、国际劳工组织（ILO）、联合国教育科学和文化组织（UNESCO）、世界卫生组织（WHO）和泛美卫生组织（PAHO）等国际组织长期以来一直认为需要做好辐射防护各个科目的教育和培训。由这些组织单独举办或合作举办的许多培训班，部分地满足了这种需要。IAEA一直在通过由它组织的进修性的和专门化的培训班、讲习班、研讨会、进修金培训和科学访问，帮助发展中成员国培训辐射防护与辐射安全领域的专业人员。培训是培育安全文化和提高涉足辐射防护活动人员的能力水平的重要手段，因而在IAEA的工作中拥有一席之地。例如，IAEA在全世界的许多国家中定期举办“辐射防护和辐射源安全使用方面的大学毕业后进修班”，而且可以用阿拉伯语、英语、法语、西班牙语和俄语讲授。

IAEA培训的主要对象是监管人员、从事辐射防护的专业人员以及负责在他们自己的国家内开展培训工作的人员。IAEA对放射性事故的调查结果，突显出对所有与电离辐射打交道的那些人进行充分和恰当的培训的重要性。从已发生的许多事故中可以看出，一个重要的原因是缺乏充分的培训，正是它导致了带有严重后果的错误的发生。

本报告提供如何组织培训和如何遵守《国际电离辐射防护和辐射源安全基本安全标准》(BSS)关于培训工作的要求。本报告的上一个版本，即“技术系列报告”No.280《辐射防护培训班》，是1988年出版的。这次修订时考虑了近年来辐射防护与辐射源的安全使用以及培训方法方面的许多新进展。除BSS对培训工作提出了一些要求外，“安全导则”《辐射防护和辐射源安全使用方面的能力建设》中也有一些规定。

许多成员国的专家以及ILO与PAHO参加了本出版物的编写与审查，IAEA谨此向他们表示感谢。IAEA核安全司的P.Wieland先生是负责本工作的官员。编写本报告时还使用了技术合作司提供的资料。

目 录

1 引言 …… 1

1.1 背景 …… 1
1.2 对象 …… 2
1.3 范围 …… 2
1.4 结构 …… 3

2 受训人员的类别 …… 5

2.1 合格专家 …… 5
2.2 辐射防护官员 …… 8
2.3 工人 …… 8
2.4 合格操作员 …… 10
2.5 保健专业人员 …… 10
2.6 经理 …… 11
2.7 监管部门的职员 …… 11
2.8 紧急情况响应人员 …… 12

3 通过培训拓展能力 …… 13

3.1 获得能力 …… 13
3.2 拓展能力 …… 14
3.3 保持能力 …… 14

4 培训方法 …… 17

4.1 教室培训 …… 17
4.2 远程教学 …… 17
4.3 在职培训 …… 19

5 系统的培训方案 ····· 21
5.1 培训的初步设计 ····· 21
5.1.1 培训目标 ····· 21
5.1.2 学习目的 ····· 22
5.1.3 教学大纲 ····· 23
5.2 培训的详细设计 ····· 23
5.2.1 培训进度表 ····· 24
5.2.2 教案 ····· 24
5.2.3 培训材料 ····· 25
5.2.4 实践性培训课 ····· 26
5.2.4.1 演示 ····· 27
5.2.4.2 实验室练习 ····· 27
5.2.4.3 案例研究 ····· 28
5.2.4.4 模拟练习 ····· 28
5.2.4.5 技术参观 ····· 29
5.2.5 考评程序 ····· 29
5.2.5.1 书面考评 ····· 30
5.2.5.2 口头考评 ····· 31
5.2.5.3 考评实际工作 ····· 31
5.2.5.4 考试的管理 ····· 32
5.2.5.5 成绩的认可 ····· 32
5.3 培训的实施 ····· 32
5.3.1 培训班的行政管理 ····· 33
5.3.2 培训设施 ····· 34
5.3.3 材料和设备 ····· 35
5.3.4 挑选学员 ····· 36
5.3.5 挑选教员和辅导员 ····· 37

5.4 对培训的评价……38
5.4.1 考评学员的能力……38
5.4.2 学员的反馈……39
5.4.3 评价培训的效果……39
5.4.4 独立的监查……39
参考文献……40
附录1 辐射防护和辐射源安全使用方面的大学毕业后进修课程的标准教学大纲……42
参考文献……45
附录2 建立培训中心……47
2-1 培训中心的用途……47
2-2 建立培训中心时需考虑的问题……47
2-2.1 方针政策……48
2-2.2 结构和程序……48
2-2.3 记录……48
2-2.4 设施和资源……48
2-3 培训班的鉴定……49
2-4 培训中心的鉴定……50
2-5 培训中心的评价……50
参考文献……51
附录3 工业射线照相员辐射防护的教室培训……53
3-1 培训对象……53
3-2 目标……53
3-3 学习目的……53
3-4 所需器材……54

3-5 教学大纲……54
3-5.1 基础知识……54
3-5.2 防护的原则和概念……55
3-5.3 辐射源和设备的简述……55
3-5.4 辐照量的防护……55
3-5.5 辐射防护工作……56
3-5.6 附加模块……56
3-6 教室培训进度表……57
3-7 教案……57
3-7.1 基本概念……57
3-8 学员能力的考评……59
3-9 对培训的评价……59
3-10 颁发证书……59
3-11 参考书目……59
附录4 工业射线照相员辐射防护的在职培训……61
4-1 培训对象……61
4-2 目标……61
4-3 学习目的……61
4-4 所需器材……62
4-5 教学大纲……62
4-6 在职培训进度表……63
4-7 学员能力的考评……64
4-8 对在职培训的评价……64
4-9 颁发证书……64
附录5 直观教学材料……65
5-1 透明软片、幻灯片和计算机演示材料的制作……66

5-2 直观教具的演播……68
附录6 实习……71
6-1 准备实习用的材料……71
6-2 实习安排一览表……72
参考文献……78
附录7 供学员评价培训工作用的问卷样本……79
参与起草和审查的专家名单……83

1 引言

1.1 背景

IAEA于1996年出版了修订过的《国际电离辐射防护和辐射源安全基本安全标准》(BSS)[1]，这是国际上协调过的和最新的辐射防护标准。BSS要求安全文化保证做到“清楚地列明包括高级管理层在内的每一个人在防护与安全方面的责任，以及使每个人受到与其身份相称的培训并经考试合格”(参考文献[1]第2.28段)。

再者，《辐射防护和辐射源安全使用方面的能力建设》[2]说，“政府应保证建立完善的法律法规体系，该体系应要求给从事与核、辐射、放射性废物和运输安全有关活动的所有人员提供相应的培训。这些法律法规应指定各部门在提供培训方面的责任”(参考文献[2]第2.1段)。为了遵守法规的要求和辐射防护的原则，职业性地受到电离辐射照射的任何人或者在他（或她）的工作中或许会受到电离辐射照射的任何人，都需要接受辐射防护和辐射源安全使用方面的充分培训。这种培训必然随所从事的具体实践的不同而不同，因而形式多样，可以从培养简单的液面计操作员用的为期一天的辐射防护常识性课程，到培养合格专家用的范围广、内容全的一整套课程。

IAEA在其他国际组织的配合下，可以用几种语文举办“辐射防护和辐射源安全使用方面的大学毕业后进修班”。此类进修班的目的是满足大学毕业或同等学历水平专业人员的职前培训需要，帮助他们打下辐射防护和辐射源安全使用方面的坚实基础。此类进修班以标准的教学大纲为基础，后者的结构见附件1。对于已经具有比较丰富的经验、但需要获得标准教学大纲中特定模

块的较深入知识的专业人员来说，IAEA定期举办辐射安全方面的其他专门化课程。从长远来看，IAEA鼓励建立能独立运转的一国的或区域性的培训中心。

全世界每年要举办许多期辐射防护和辐射源安全使用方面的培训班。因特网是获得包括培训班、培训材料和例题与答案在内的最新信息的宝贵来源。对几个国家大学中的辐射防护教育工作的调查结果见参考文献[3]。

IAEA的“安全导则”《辐射防护和辐射源安全使用方面的能力建设》给出了一批指导性意见，内容涉及由谁负责能力建设，受训人员的类别，每类人员所需的文化水平、培训和工作经验，人员的资格审查和批准过程，以及国家有关辐射防护和辐射源安全使用方面的能力建设的策略。该安全导则和这份与之相关的“安全报告”，对于负责开展和主办培训工作的那些人来说，肯定是特别有用的。

1.2 对象

本安全报告给各种各样的用户和辐射应用提供如何开展和实施防护与安全方面的培训的建议。本报告主要是为教员和培训主办者编写的，除其他内容外，涵盖了主办培训的各种方法和与培训活动相关的开展及组织方面的各种问题。本报告旨在通过提供培训方法和培训材料方面的信息和例子帮助教员和培训主办者。经验证明，这些培训方法和培训材料用到相应的听众对象身上时是有效的。本报告取代1988年出版的IAEA“技术报告系列”No. 280《辐射防护培训班》[4]。

1.3 范围

本安全报告论述如何为与电离辐射打交道的各类人员提供防

护与安全方面的培训。涉及的培训方法有教室培训、远程教学和在职培训。

尽管本报告不打算涉足进修班或群众科普工作的设计，但它的某些内容可被用于这些领域。参考文献[5～8]为中学和群众科普提供工作用的资料。

本报告不考虑如何开展与核设施[1)]的特定技术有关的培训，诸如核设施的选址、设计、建造、运行和维护。有关这些方面的培训的详细指导性意见和资料，见IAEA的其他出版物[9~11]。尽管本报告集中论述防护与安全方面的培训，但它提供的信息对于开展和主办其他领域的培训工作也是有用的。

1.4 结构

本报告第2章论述参考文献[2]中列出的各类人员的最低培训需要。第3章考察能获得、保持和拓展能力的各种方式方法，第4章则叙述教室培训、远程教学和在职培训的方法。第5章概述系统方案和提供可供设计、详细设计和实施培训时遵循的逻辑顺序，其中有一节介绍可用来给这一设计过程提供反馈信息的评价方法。本报告的几个附录中有附加的实用资料，包括培训班的例子、在职培训的初步设计和详细设计、以及建立培训中心的基本步骤。

1) 这里所说的核设施可以是核燃料生产厂、核反应堆（包括次临界装置和临界装置）、研究反应堆、核电厂、乏燃料储存设施、铀富集工厂或后处理设施。

2 受训人员的类别

在开展培训的过程中，重要的是要记住某些学员或许缺乏充分消化技术培训的内容所必需的基础知识。当然，培训仍可照常进行，但在决定培训的内容和深度时，教员需要把精力集中在比较实用的和与正在考虑的辐射应用直接相关的内容上。对于所有的人员来说，建立基本的能力水平都是首先要考虑的问题。

BSS[1]要求国家的主管部门设法培育和保持安全文化。为此，与辐射工作有关的所有人员必须受到与其身份相称的培训并经考试合格，使他们了解自己的责任并能安全地履行其义务。参考文献[2]列出的作为培训目标的人员有以下几类：合格专家，辐射防护官员，工人（包括直接与辐射源打交道的操作人员和受到辐射照射的可能性较低的操作人员），合格操作员，保健专业人员，雇主、注册人和许可证持有人，监管部门的职员，以及紧急情况响应人员。

每一类人员的培训内容和培训等级取决于许多因素，诸如工作中受到辐射照射的可能性、需完成工作的复杂程度，以及每一个人以前受过多少培训。表1提供了有关从事不同业务的各类人员的培训内容和培训等级的一些建议。培训内容的详情请参看附录1《辐射防护和辐射源安全使用方面的大学毕业后进修课程的标准教学大纲》[12]中介绍的各种模块。

2.1 合格专家

正如表1所建议的那样，为了培养合格的专家，应向他们提供广泛的防护与安全知识。这些知识可以通过正规教育、特定的培训和工作经验获得。此外，合格专家需要对与他们所从事的专门技术领域有关的许多特定专题有透彻的了解，还需要与他们所

表 1 从事不同业务的各类人员的培训内容和培训等级[a]

	每种职务涉及的标准教学大纲[b]中的“部分”和“模块”				
	合格专家	辐射防护官员	受到职业性照射的工人	合格操作员	监管人员
培训等级[c]	高等	中等	初等	中等	中等或高等
个人特长[d]	1, 2, 3	1, 2, 3, 4, 5	1, 3, 4	1, 2(对主管而言), 3, 4	1, 2, 3, 4 (对检查员而言) , 5
工业射线照相术模块	I~VI；VII.1~10; IX~XI	I~VI；VII.1~6; IX~XI	I~V; VII.1~6; IX.1~3; X.1, 2, 5, 7	I~V; VII.1~6; IX.1~3; X.1, 2, 5, 7	I~VI；VII.1~10; IX~XI
辐照装置和加速器模块	I~VI；VII.1~10; IX~XI	I~VI；VII.1~5, 7; IX~XI	I~V; VII.1~5, 7; IX.1~3; X.1, 2, 5, 7	I~V; VII.1~5, 7; IX.1~3; X.1, 2, 5, 7	I~VI；VII.1~10; IX~XI
计量技术模块	I~VI；VII.1~10; IX~XI	I~VI；VII.1~5, 8; IX~XI	I~V; VII.1~5, 8; IX.1~3; X.1, 2 , 5, 7	I~V; VII.1~5, 8; IX.1~3; X.1, 2, 5, 7	I~VI；VII.1~10; IX~XI
示踪技术模块	I~VI；VII.1~10; IX~XI	I~VI；VII.1~5, 9; IX~XI	I~V; VII.1~5, 9; IX; X.1, 2, 5 , 7	I~V; VII.1~5, 9; IX; X.1 , 2, 5, 7	I~VI；VII.1~10; IX~XI
采矿和水冶模块	I~VI；VII.1~10; IX~XI	I~VI；VII.1~5, 16; IX~XI	I~V; VII.1~5, 16; IX; X.1, 2, 5, 7	I~V; VII.1~5, 16; IX; X.1 , 2, 5, 7	I~VI；VII.1~10; IX~XI
核装置模块	I~VI；VII.1~10; IX~XI	I~VI；VII.1~5, 15; IX~XI	I~V; VII.1~5, 15; IX; X.1, 2, 6, 7	I~V; VII.1~5, 15; IX; X.1, 2, 6, 7	I~VI；VII.1~10; IX~XI
放射诊断学模块	I~VI;VII.1~5,12~14; VIII; XI	I~VI；VII.1~5, 12; VIII; XI	I~V; VII.1~5, 12; VIII	I~V; VII.1~5, 12; VIII	I~VI；VII.1~5, 12~14; VIII; XI

续表

	每种职务涉及的标准教学大纲[b]中的“部分”和“模块”				
	合格专家	辐射防护官员	受到职业性照射的工人	合格操作员	监管人员
核医学模块	I~VI;VII.1 ~5, 12~14; VIII; IX~XI	I~VI; VII.1~5, 13; VIII; IX~ XI	I~V; VII.1~5, 13; VIII; IX. 1~4 ; X.1, 2, 5, 7	I~V; VII.1~5, 13; VIII; IX.1~4; X.1 , 2 , 5, 7	I~VI; VII.1~5, 12~14; VIII ; IX~XI
放射疗法模块	I~VI;VII.1~5,12~14; VIII; IX~XI	I~VI; VII.1~5, 14; VIII; IX~XI	I~V; VII.1~5, 14; VIII; IX. 1~3 ; X.1, 2, 5, 7	I~V; VII.1~5, 14; VIII; IX.1~3; X.1, 2, 5, 7	I~VI; VII.1~5,12~14; VIII; IX~XI

a 此清单并未把所有业务都列出。此处未列出的其他业务，例如涉及非密封源的实践、可能使公众受到照射的实践或产生放射性废物的实践，它们的培训内容可以从已列出的这些内容推断出。

b 有关标准教学大纲中的部分和模块的详情，请参看附录1。

c 建议的培训等级及与之相对的文化背景：(1) 初等，对应于上过6～10年学；(2) 中等，对应于上过10～12年学；(3) 高等，对应的文化程度达到和包括大学毕业或学士学位。

d 可在培训期间得到增强的个人特长：（1）交流沟通技能；（2）领导技能；（3）分析技能；（4）人-机接口方面技能；（5）同时处理多项任务的技能。对于任何一种职务来说，责任心、团队精神、自律和诚信等特长都是必不可少的。

从事的领域的发展保持同步。合格专家需要有高超的个人特长，包括交流沟通、分析和领导技能，因为他们要给各式各样的人员（诸如工人、经理、保健专业人员或政府主管部门的职员）提供培训和接受咨询。

2.2 辐射防护官员

对辐射防护官员的培训必然会随着辐射应用的不同而有很大的不同，但所有的培训都应包含一定数量有关防护与安全的共同的基础知识。每个专题的涉足深度应与正在接受培训的此人所参与的特定实践有关，还应计及与该种应用有关的潜在危害的大小(参看表1)。辐射防护官员需要有特定的个人特长，诸如交流沟通技能、领导和分析技能、人-机接口方面的技能和同时处理多项任务的技能,这些都可以在培训期间通过实践性练习得到增强。

2.3 工人

与由于只是偶尔在或许会受到照射的区域内活动因而受到照射的可能性较小的那些人相比，在正常工作条件下能受到职业性电离辐射照射的工人所需要的培训，其范围更广、深度更大。培训时间有长有短，从几小时的辐射常识介绍到一周以上的正式培训不等。前者适用于在简单的液面计附近工作的工人，后者适用于在辐照装置上工作的工人。

正如参考文献[2] (第3.37段)所说：

> “对工人进行的防护与安全培训，是整个辐射防护工作中非常基本的一个组成部分。这种培训应与特定的辐射应用和所进行的工作种类相适应，应设计得能使工人们获得安全地进行他们的工作所必需具备的技能。培训工作应确保所有

工人得到充足而最新的、与他们的职业性照射（无论是例行的照射、潜在的照射还是紧急情况下的照射）相关的健康危害方面的资料，以及有待采取的防护与安全行动的意义方面的资料。还应包括本国的规章条例、安全和报警系统，以及应急预案。 每一个有关特定的辐射应用和与之相关的潜在危害的培训专题，应达到适当的深度[参见表1]。还应让工人们知道他们的工作场所是否存在着或许会影响辐射源安全性的易燃品或腐蚀性试剂之类的其他有害因素。应给有可能进入受控或受监视区域的女工提供有关辐射照射可能会给胚胎或胎儿带来危害的相应资料。还应让她们知道一旦怀疑已经怀孕就通知其雇主的重要性。培训应始终包括在职培训。”

工人们必需具备的个人特长与他所承担的任务有关，但可以包括交流沟通、人-机接口和分析技能，这些都可以在培训期间通过实践性练习得到增强。

并不直接与电离辐射打交道、但毕竟是在辐射源附近工作的工人(包括，例如，清洁工和维护人员)，必须接受培训和使他们了解与辐射源相关的潜在危害和基本的防护与安全规程，尤其是要认识警示标志和警告信号。也许不会受到职业性照射但他们的工作也许会对别的工作人员或公众成员的受照量水平有影响的其他工作人员(例如设计人员、工程师和计划人员)，必须受到培训和使他们了解与他们的工作成果相关的潜在危害和防止有关人员受到照射的手段。

对于短暂地访问核设施从事短期项目或较长时间地待在此类设施内的人，可能需要接受与该设施有关的辐射防护和辐射源安全使用方面的简单培训。致力于学业或研究项目的学生，若需要用到放射性物质和产生辐射的器件，也应该把他们归入本类。他们或许需要受到与他们的学术研究相关的、特定辐射安全方面的培训。参观核设施的人往往是有人陪同的，如果是这样，则只要

给这些参观者交待几句注意事项就行了。

2.4 合格操作员

对合格操作员的培训必然会随着辐射应用和潜在危害的不同而有很大的不同。这种培训应包括与特定的辐射应用相适应的辐射防护与辐射安全方面的内容，应设计得能使操作员获得安全进行工作所必需具备的技能（参见表1）。最低的培训内容应涵盖如何在特定的实践中安全地使用辐射源、本单位的规章条例和规程（包括安全和报警系统），以及应急预案。针对培训辐射防护官员规定的许多专题，肯定对操作员也是合适的。交流沟通、分析和人-机接口技能对于有效而安全地完成工作来说是必需的，也是可以在培训期间得到增强的。领导技能对于履行主管职能的人来说或许是必不可少的。

2.5 保健专业人员

对保健专业人员的正式培训的等级，比方说很可能就是表1中列出的与所从事的业务和所担任的职务类型相对应的那个等级，重点应放在电离辐射的生物学效应连同与他们的工作领域有关的专门化培训上。保健专业人员需要通晓辐射损伤的诊断与治疗(例如，参见参考文献[13])方面的最新资料，并且有高超的交流沟通、领导、分析和人-机接口技能，这也是他们的专业培训的一部分。辐射防护与辐射安全方面的进一步培训会使他们的这些技能增强。专门化培训的持续时间和深度取决于保健专业人员所负责任的大小和所担任职务的复杂程度。

2.6 经理

参考文献[2]把经理描述成“雇主、注册人和许可证持有人”。在本报告中，术语“经理”用于描述监督电离辐射源使用的各级负责人员，包括高级管理人员。对他们的培训可能包括辐射防护的基本原则、与处理辐射危害有关的职责、与辐射防护有关的法律法规和规章制度、安全文化的概念和原则，以及管理职业照射、医疗照射和公众照射（视情况而定）的辐射防护工作的基本组成部分。处在管理岗位上的人通常早已掌握了交流沟通、领导和分析技能，并掌握了同时处理多项任务的技能。

经理担负着确保包括承包人和分包人在内的所有工作人员都受到辐射防护与辐射安全方面的充分培训的重任。

2.7 监管部门的职员

监管部门职员的培训等级和培训深度，必然会随着所要完成的任务和被监管设施中辐射源的潜在放射学危害的大小而有很大的不同。参与安全评估和在被监管设施中进行检查的人员，应受过多方面的培训；当然，工业计量系统之类系统的检查员或许只需受过辐射防护方面的初等培训。他们除了需要安全地使用辐射源方面的培训，还需要精通本国的法律法规和监管体系。监管人员应熟悉相关的国际标准和其他国家的规定。辐射监测技术和检查技术是检查员培训的重要组成部分。表 1 示出的是建议的培训内容。能够在培训期间得到增强的监管部门职员的个人特长，包括交流沟通技能、领导和分析技能、人-机接口技能(对检查员而言)和同时处理多项任务的技能。

2.8 紧急情况响应人员

紧急情况响应人员，诸如消防队员、民防队员、警察和救护人员，他们通常不是使用放射性物质或产生辐射器件的那些设施的雇员。他们平时不会受到辐射的照射，因此在设施的职业性辐射防护工作中通常不把他们考虑在内。对于此种情况，应仔细地设计培训内容，以确保这些响应人员能清晰地了解与核的或放射性的紧急情况相关的特定危害和危险，以及他们将如何响应特定装置中可能发生的紧急情况。再者，由于此种紧急情况并不是经常发生的，因而制定定期地进行培训和模拟演习的时间表对于确保战斗力的保持是必需的。

应提供的培训等级可以变化很大：消防队员和警察可以只有初等文化水平，而核装置内的紧急情况响应队伍的协调员通常需要有高等文化水平。总的说来，培训可包括标准教学大纲（附件1）中的第 I~V、VII、IX 和 X 部分，并达到相应的深度。能够在培训期间得到增强的紧急情况响应队伍成员的个人特长包括交流沟通技能、领导（对于管理层的人员而言）和分析技能、同时处理多项任务的技能，以及在巨大压力下开展工作的能力。

3 通过培训拓展能力

能力是可以通过正规培训获得、拓展和保持的。组成整个培训工作的培训类型，可以用几个术语来描述，诸如基础培训、职前培训、复习培训和定期培训。在本报告中：

——“基础培训”（basic training）用来描述提供科技知识性质的培训，是为进行防护与安全方面专业性更强的培训打基础的。

——“职前培训”（initial training）用来描述进行某种特定实践之前的培训。

——“复习培训”（refresher training）用来描述定期提供的、目的在于保持工作人员能力的那种培训。

术语“定期培训”（periodic training）的含义通常与“复习培训”的含义一样，但在本报告中不使用这个术语。

3.1 获得能力

职前培训是在生产人员开始在可能受到电离辐射照射的地方工作之前提供的；尽管他们可能已经接受过科学或技术科目方面的基础培训。如果他们打算进入或许会出现不同的危害或需要不同技能的区域，或者工作条件和程序发生了变化，或者接到了特殊的任务或引进了新的设备或工艺技术，则他们肯定需要进行附加的培训。一个例子是引进了新的产生辐射的设备（例如工业辐照装置，或计算机断层术或介入放射学 X 射线系统）。在这种设备被使用之前，应该向操作员提供专门的培训，并最好把它作为新设备调试过程的一部分。应该备有用该国文字书写的全面而清楚的设备操作手册和操作须知，以利于培训。

在开始实施一种新技术（例如在同位素生产车间中生产新的同位素，或者引进血管内的近距离放射疗法之类的新方法）时，也需要对操作人员进行附加的培训。这种培训可以在这方面有经验的研究机构或单位中进行。

3.2 拓展能力

特定领域的工作能力，可以通过参加附加的专门化培训来拓展。拓展能力水平的此类培训可以在所有的等级上提供。高级的培训计划提供的是拓展能力的方法，参加讲习班或在研讨会与科学会议上交流信息等其他做法也是如此。

3.3 保持能力

辐射防护的基本原则会随着对辐射损伤机理的了解的增加而修改。国际放射防护委员会（ICRP）和其他组织的出版物，提供有关辐射照射效应的资料。设备和操作技术方面的正常发展常常导致改进操作规程。重要的是所有的工作人员都要通过复习培训更新他们的知识和技能。要把复习培训计划设计得能够激发学员的兴趣，此类计划可能包括以下一些专题：

——复习辐射防护与辐射安全的知识；
——辐射安全政策与规程方面的变化；
——设备、仪器仪表或工艺过程的变化；
——内部的监查或检查的结果；
——新的或修订过的法规；
——来自操作经验和良好的习惯做法的反馈；
——从事件、事故和操作失误中得到的教训；
——热门的话题或事件。

最希望出现的是尽可能让培训是互动式的。复习职前培训和提高特定专题方面的能力的办法之一是让实践经验上升到理论。例如，我们可以问“为什么我们用铝而不是用铅来屏蔽β射线”之类的问题，目的是增强学员的兴趣并引发讨论。

国家的法规或许会对复习培训的频率有所规定。这也取决于所从事的工作类型以及有无使工作人员及时了解情况的其他渠道；例如在有些国家里，工业射线照相员每六个月要接受一次复习培训，而参与运输放射性材料的工人接受复习培训的频率就要低一些，例如每五年一次。当然，一旦法规或安全问题的通告有了变更，就需要尽快以书面指示书的形式提供给有关人员。这些信息也可以通过复习培训加以贯彻。

4 培训方法

辐射防护与辐射安全方面的培训可以用不同的方法提供，包括教室培训、远程教学和在职培训。一门一门的课程可以在教室讲授，也可以通过远程教学传授。特定群体的培训不限于一种培训方法；实际上，大多数人员类别的培训涉及到多种方法的并用。培训方法的选择取决于多种因素，诸如学员的地理位置、离开工作岗位的可能性、费用以及现有器材情况。当然，为了确保培训是高质量的，不管采用何种培训方法，所有培训都要尊重本国相关主管部门的推荐意见。

4.1 教室培训

教室培训仍然是一种使用得最频繁的培训手段，也可能是提供各种各样教育内容的最有效的手段。它有利于教员和学员之间的直接交流和讨论，并能使教员根据学员的接受能力和进步幅度及时修改教学的深度和授课速度等各种要素。以教室为基础的培训班应该由一系列以教学大纲规定的特定专题为内容的讲座构成，辅以实习、小组讨论和案例研究，以巩固讲座的内容。当然，从所需的各种资源、教员的工作量和学员消耗的时间与生活费用等角度考虑，相对而言此种培训班是比较昂贵的。

4.2 远程教学

远程教学是一种可以有效地替代教室培训的培训手段。它可以给所有学员类别提供培训，尤其适合那些离培训中心较远或没有足够的时间或资金参加教室培训的学员。当需要培训的人员很少时，也不失为有效使用培训资源的一种方法。

远程教学的媒体涵盖多种信息技术，包括基于纸面的函授、录像带、视频远程会议和基于因特网的班级。远程教学中辅导员的作用与使用何种媒体有关。通过信件、录像带和基于因特网的大多数班级提供的培训，很少甚至没有辅导员与学员之间的互动交流。另一方面，视频远程会议可以让辅导员和学员之间就像在同一间教室里那样进行交流。摄像头和传声器的使用，有利于个人计算机的用户访问基于因特网的远程教学。

典型的远程教学成套材料由一组以教学大纲的特定专题为基础的模块式的课程讲义、自学指南和相关的练习组成。学员可在其工作场所或家中学习这些成套材料。培训应该包括完成考评性质的任务（如笔试、研究性作业和解题练习），并把它交给辅导员或导师打分和退回。辐射防护方面的一切远程教学应该包括一段集中住宿的时间，旨在巩固教学内容、进行实践性的工作及技术参观。集中住宿的时间可以相对短一些，但也要足够长，以便学员有充足的时间获得必要的技能、学习解决问题的方法或取得实际经验。辅导员的作用对于远程教学的成功是非常重要的，辅导员和学员之间经常的互动交流也许是必需的。

远程教学能使资源得到有效的利用，并允许学员自行安排学习进度。不过，在只有很少的直接管理的情况下，这种培训方式成功与否取决于学生完成学业的自觉性。

典型远程教学模块包括书面的课程讲义和自学指南；然而，随着信息技术的不断进步，可以使用一些更高级的学习工具。有几个国家的培训机构已经开发出了利用视频模件的远程教学成套材料，这些材料或者发送到学员手中，或者通过广播传输播发。视频模件模拟教室里的讲课，然后靠定期参加实验室练习来巩固。视频模件的弊端是在演播期间学员没有机会与教员进行互动交流。如果有相应的设备，可以考虑使用视频会议之类的工具，因为这允许学员和辅导员之间进行有效的互动交流。

随着个人计算机越来越普及，许多工作人员现在可以在工

作场所使用计算机。这一直激励着人们开发基于计算机的成套培训材料。它们由各种互动的培训模块组成，带有问题和答案，可以通过光盘或因特网提供。国际原子能机构的因特网站上（见http: //www.iaea.org /ns/rasanet/training/index.htm）就有几套这样的培训材料。究竟选择哪种基于计算机的成套培训材料，取决于计划的学习目的；也可以从国家主管部门那里获得有助于进行选择的忠告。

基于计算机的培训模块能够把照片、图表、模型和视频场景组合在一起。信息能够很容易地被存取和检索，并能提供与术语汇编的链接。当然，基于计算机的培训仍然需要书面的学习材料和自学指南的配合。这类培训是远程教学的一种，因而有类似的优点：只要有一台合适的计算机就可以进行学习，因此学员不需要离开自己的工作场所，并且能自行安排学习进度。

4.3 在职培训

教室培训或者远程教学不可能涵盖与特定工作任务相关的所有实际问题以及技能；因此，在职培训是整个培训工作中的关键组成部分。在这种形式的培训中，学员在有经验导师的直接辅导下，在其平常的工作场所或其他合适的培训地点接受培训。

在职培训的时间长短可以有很大的不同，重要的是要系统地提供培训，以确保学员的收获最大。可以以已有的实际能力为基础编制一份培训计划，它包括打算接受培训的课题和准备执行的任务清单。

学员的进步与所取得的成果可以记录在课题与任务一览表上。辅导员的作用是很重要的，包括确保学员接受全面的培训而不是当作临时工使用。分段进行在职培训的方案，应该确保学员能经历见习、参与直到最后自己进行这项任务这一全过程。培训

结束后，辅导员和学员应该共同编写一份全面的报告，用来描述学员的进步、取得的是哪些领域的能力和下一步的培训需求。

5 系统的培训方案

系统的培训方案是提供一种合乎逻辑的过程：从能力分析到培训的初步设计、详细设计和实施以获得这些能力，以及随后对这部分培训进行评价以反馈给设计阶段。本章给教员、培训主办者和组织者提供培训的初步设计、详细设计、实施和评价方面的资料，假定所需的能力分析已经完成[2]。

辐射防护和辐射源安全使用方面的培训可以由很多单位来提供，如学院、大学、培训公司和单位内部的培训部。国家可以考虑建立培训中心形式的培训机构；附录 2 提供了如何建立此类培训中心的信息。

附录 3 和 4 分别载有与工业射线照相员的教室培训和在职培训有关的初步设计和详细设计方面的示例。

5.1 培训的初步设计

为了成功地办好教室培训、讲习班、研讨会、在职培训和远程教学，需要细心地进行设计，以确保向学员提供合适的信息以及通过培训满足他们的期望。培训的初步设计应该在通过分析培训需求确定了目标人群之后开始，它应该包括以下几部分：

——培训目标，
——学习目的，
——培训大纲。

以前的培训班提供的反馈信息，可供这一设计过程的所有阶段参考。

5.1.1 培训目标

培训目标要根据有关各方的需求（包括监管部门规定的要

求）决定。这些需求通常要等到监管部门和放射源的使用单位已经确定了现有的受过培训的操作人员数和各类工作岗位所需的员工数量之后才可以确定[2]。

培训目标陈述的内容应该包括：

——列出准备包括在此次培训中的那些知识的主要内容；

——详细列出与所涉及的专题有关的法规、导则或其他要求；

——勾画出准备通过这次培训提供的工作经验、设备使用方法和操作规程的轮廓。

虽然培训目标可以用一般的语句表达，但是，对于每一种特定的应用来说，它们必须有它自己的特点。

5.1.2 学习目的

一旦培训目标决定了，学习目的也就基本确定了。所谓学习目的是指期望学员在培训结束时得到并掌握用来履行他们工作中所涉及的辐射安全方面的责任的知识和技能；达到这些目的就表明相应的培训目标已经实现。这些目的被看成是学员们的成绩指标。典型的目的都有能够通过某种测试和考评进行评判的可衡量的结果。因此，一张普通的目的清单就能看成一系列的报告单，上面描述一旦该学员成功地完成培训就能演示的能力。例如，这些目的也许可以写作："一旦完成培训，学员将能够：

——认识到那个工作场所的辐射危害；

——识别警示信号和警告标志；

——正确操作和（或）使用辐射监测设备和（或）个人的辐射防护器具；

——正确测量剂量率或污染水平；

——区分常规操作和干预措施；区分一般工作人员和许可证持有者的责任；

——解释测量的结果；
——安全地穿戴和脱掉防护衣和呼吸器具；
——检查给定装置的安全性；
——清除不同性质表面的污染；
——正确快捷地对报警信号和紧急情况作出响应；
——测定和（或）计算辐射剂量和屏蔽情况。”

注意，在大多数情况下，学习目的要用能够考评的行为动词和短语表征。

5.1.3 教学大纲

教学大纲是培训内容的要点，用于指导教员或辅导员。制定的大纲应该反映培训的目标和目的，并载有足够的信息和细节，以便教员或辅导员能够体会到培训活动的内容和深度。大纲的内容可以分成若干模块，还可以给出执行每个模块大致所需要的时间。各种大纲的格式和体裁可以差别很大，有些大纲可以加入一些附加信息，如参考资料和有关培训持续时间的指导性意见。

5.2 培训的详细设计

培训的详细设计以初步设计为基础，涉及到准备以下各种材料：

——培训进度表，
——教案，
——培训材料，
——实践培训课，
——考评程序。

5.2.1 培训进度表

应该以教学大纲为基础编制培训进度表。可取的做法是将培训进度表编制得能使学员的兴趣在整个培训期间得到保持，并要以以前的知识和经验为基础。

在教室培训时，每天的讲课时间最多不要超过 6 小时，并且一天中要有几次短暂的休息。要合理安排在整个培训班期间定期进行的实践练习、录像演示和互动式集体讨论，把讲课这一块分成几个易于管理的单元，这必然有助于丰富正式讲课的主题。建议实践性课程占培训班全部时间的 40%到 50%。培训协调员应该确保在培训进度表中有足够的时间来允许学员完成集体练习和实验，或者参加技术参观。可以使用以下一些办法来保持学员的兴趣和注意力：

——让学员参与到教学过程中来；
——提出问题让学员回答，必要时予以鼓励；
——把教学内容与学生的经验联系起来；
——鼓励班级内部的合作和交流。

激励学生的另一些思路和方法可以包括技术参观和就这次培训的主题与专家进行讨论。

对在职培训而言，重要的是要编制一份实用的培训进度表，编写时应考虑能否接触到所需的设备以及设施的运行情况。进度表需要有足够的灵活性，以便利用与不经常进行的和非常规的活动（例如加速器维护、置换放射疗法中所用的放射源或进行去污期间的辐射防护）有关的培训机会。应该将进度表设计得能根据对学员进展情况的监测结果，鼓励学员逐步从简单的任务推进到比较复杂的任务。

5.2.2 教案

尽管教学大纲肯定会给出培训内容的全面概要和将要花在每

个科目上的大致时间，但还是需要给教员或辅导员更多的指导性意见，以确保学习目的得以实现。这种指导性意见有时被称为教案，一般包含如下的信息：

——需要强调的具体内容和要点；
——学习的顺序，以便在大多数情况下做到新的教学内容以前面已讲过的为基础；
——对这门课进行考评时打算涉及的要点的详情及何时进行考评；
——建议使用的培训工具，比如演示用具和实践性的工作；
——可利用资源的清单（如录像带、计算机模拟设备、参考资料、技术装备、该国的规则和程序）。

这种性质的教案有助于确保以合适的详尽程度涵盖这些培训材料，并确保不论谁提供培训，培训活动的内容都是一样的。凡是培训完成后需要对学员的能力进行考评的场合，此类教案是必不可少的。要是没有这份教案，教员就不一定总是把考评时将要测验的内容全都讲到。

这种处理方法同样能用于在职培训，但是重点应放在实践性质的培训内容上。

5.2.3 培训材料

教室培训的教程应该与教学大纲中的专题相对应，讲稿内容的深浅程度必须与所提供的培训的等级相对应。只要切实可行，讲稿可以用图表曲线来阐述该主题，使它们看起来更有吸引力和更加可读。提供书面的问题和标准答案是鼓励学员检查他们的理解水平的有效手段。实践性练习和小组作业（案例研究）的文字材料必须简明扼要，并应该在小组活动结束时给学员提供标准答案。

在准备直观教具时，要注意简明扼要：

——每个透明软片、幻灯片或画面所表达的内容不能超过一个主题；

——每个透明软片、幻灯片或画面用到的各种信息不能超过四条；

——句子应该简短；

——避免语义模糊不清；

——要使用关键词；

——要加入图片、照片或曲线图，以便有效地表达自己的想法。

附录5给出了有关制备和展示直观教具的更多建议。现在可以买到由国际组织的专业人员制作的直观教具，诸如IAEA的录像带和PAHO/IAEA有关医疗应用中的辐射防护的展板；从本国的有关组织那里获得另一些材料。

鼓励教员以讲义形式将透明软片、幻灯片、图表或图纸的拷贝及展板的文字分发给学员。提供这些材料后，学员就可以把注意力集中在讲课内容上，而不是去记录所讲的东西。万一投影仪或字幕放映机不能正常工作，它也可以当作备份使用。

在远程教学中，所用教材的技术内容与教室培训中提供的是相似的。但是，这种材料应该以允许并鼓励自学的形式提供。

对在职培训来说，打算提供给学员的材料应该包括自学指导书、操作程序、本国的规定、技术说明书、参考书和在职培训一览表。

5.2.4 实践性培训课

理论知识应该通过有效地使用演示、实验室练习、案例研究、模拟练习和技术参观加以巩固。精心地将这些项目排入教学时间表中，可以使每天的课程有所变化，有助于保持学员的兴趣。这些实践性练习也可以包括在远程教学和在职培训中。附录6载有实习课的实例。

如果准备在实习中使用辐射源，则必须小心谨慎，以确保学员受到的辐射剂量是受到控制的，并保持在合理可行地低的水平。法规可能要求对学员受到的剂量进行监测，并要做好剂量记录。建议给学员发放从辐射防护角度考虑必须遵守的那些操作规程的书面指示，并在适当的时候提供个人剂量计。在有些情况下，使用模拟辐射源或许更好些。作为实验室练习或者模拟练习的入门，演示正确的程序和操作，定能有助于避免不必要的照射，控制受照剂量，并防止损坏设备。

5.2.4.1 演示

涉及使用辐射源和（或）设备的演示可以由教员来做，目的是说明一种概念、现象或操作。建议教员在实验室练习前先演示一遍设备的正确和安全操作、辐射源的取放和计算机软件的使用。演示要选择与学员的工作领域直接相关的内容。附录 6 中有演示的实例。

5.2.4.2 实验室练习

使用辐射源和（或）设备的实验室练习，可以在教员或其他技术人员的辅导下由学员自己进行。正常情况下，实验室练习是在课堂以外进行的，为此要专门留出一段时间。为了使学员能够得到最大的收获，重要的是要让他们在练习中全都取得亲身体验。因此，参与每个练习的各个小组的人数要少，通常不超过四名学员；这就需要在同一段时间里安排若干种不同的练习，让各个小组的学员轮流进行练习。练习可以包括监测剂量率和污染程度的实用技术，用来演示平方反比定律和仪器校准程序的实验。实验室练习的其他例子可以在附录 6 中找到。每次实习的学习目的和应遵循的程序，应该在每个练习开始时用书面形式提供给学员，并在练习结束时给学员提供答案和结论。

5.2.4.3 案例研究

案例研究是讨论性质的练习题，它要求学员借助具体的情景来分析情况并得出结论。这个情景的轮廓可以提前讲给学员听，学员通过向教员提问和应用课堂上学到的知识进行分析。在案例研究结束时学员应该拿出自己的答案并进行讨论，教员随后提供标准答案。

案例研究是一种巩固培训材料的有效办法，因为他们必须在模拟的工作环境下应用已学到的知识和技能。所选用的案例应该考虑学员的工作领域，并代表正常和异常两种情况。案例研究的实例包括评估工作人员在意外事件中受到的剂量、审查某件新设备的安全系统和报警系统的恰当性，以及工业中使用放射源方面的法规要求。这些情景设置场景和提供足够的信息使学员们能判断还需要哪些信息（如果需要的话）。这些附加信息可以从教员那里获得，教员还可以扮演这个情景中的其他角色，比如设备供应商或受到照射的工作人员。要给学员充足的时间，以便他们分析这一情景并提出行动建议。在这一练习结束时可以召开总结会议，会上可对想要采取的各种行动进行评估。在研究结束时提供的标准答案，应该是如果工作场所真的发生类似的情况时学员可参照此办理的答案。

5.2.4.4 模拟练习

在模拟练习中，要模拟代表工作环境或工作条件的状况或情景。这些练习与案例研究相似，不同之处是学员真的采取行动。这类情景可以是多种多样的，从准备进入具有潜在污染危险的受控区域，直到对紧急情况作出响应的演习。模拟练习也可以帮助学员培养交流技巧和团队精神，提高同时处理多项任务的技能和分析能力。模拟练习可以是比较复杂的，需要精心准备，包括需要说清楚学习目的。

模拟练习要按照以下三个步骤进行：

——练习前的情况介绍，规定和解释每个学员所担当的角色；

——模拟练习，要有适当数量的观察员和裁判员；

——练习后的讲评，分析个人的和团队的态度、知识的运用、规则和程序的应用，以及对非预期情况的处理。

模拟练习除了提供有价值的培训以外，也许还会产生能导致改进工作程序的结果。

5.2.4.5 技术参观

到使用电离辐射的设施参观，这给培训班学员们提供了一个观察实际落实辐射防护要求和规程的宝贵机会。选择参观地点时应该考虑学员们的兴趣，可参观的例子有工业射线照相公司、医院的诊断和放射疗法科室、辐照装置或核电站。可以让技术参观作为培训中涉及的专题的补充和进一步说明。在培训班开始之前，培训的组织者和负责接待的公司要安排好参观计划，确保学员们参观到合适的地区并谈到相应的专题。在组织参观时可以分组，每组的大小要适合所参观的设施。

为了使学员们从此类参观中充分受益，可以预先给他们一份清单，上面列出需要注意观察的各个项目。举例来说，在参观放射治疗科期间，可以给他们一份检查清单，请他们扮演检查员的角色，然后记下他们的观测结果和评论。

5.2.5 考评程序

对学员能力的考评应该在培训的最后进行，有时也可以在培训期间进行。应该使用考试、测验和评价实践性工作来判断学习目的和必要的能力水平是否已经达到。考试可以是书面的、口头的和演示性质的（如让学员证明他或她会操作或使用某种设备或会完成某项具体任务），或者是这几种形式的组合。

在设计考评方式时，教员应考虑考评的目的。可供考虑的目的有几个，它们未必是互相排斥的。

——法律目的：笔试（或书面或电子的考试结果记录）可以作为证据，证明此人已经受过监管机构针对特定的某个职位或某项活动规定的那种培训。同样，这份记录可以用于证明个人不仅已经受过必要的培训，而且还达到了必要的能力水平，因而就执行指定任务而言在法律上是合格的。

——管理目的：考试可提供雇主要求已得到满足的证据。

——技术目的：除了法律和管理要求外，教员和辐射安全人员需要担保就安全地执行正在讨论的工作而言此人确实是合格的。考评旨在证明此人有能力达到这次培训确定的成绩指标。

就本报告中介绍的这类培训而言，这种考评工作试图达到上述的一个以上的目的。由合格教员设定一个及格分数然后判断该学员是否已通过，通常这样就够了。考评的难易程度必须适中，使得正确地挑选的学员在参加了所有的课程和完成了所有的任务后能够轻易通过。这样做的意图是验明哪些学员显然有能力和准备去适用辐射防护要求和采用安全工作规定。

5.2.5.1 书面考评

书面考评可以有多种多样的测验方式，包括多个选项的选择题、是非题、简答题、连线搭配题、解题，以及讨论和（或）问答题。每一种形式都有其各自的优缺点，究竟选哪种往往取决于教员的喜好和个人经验。不管采用哪种题目形式，通常都应该把问题设计得能测试学员的理解和应用能力，而不是仅仅考他们的记忆力。关于如何出题这个问题，有许多参考文献可供借鉴。

对在职培训而言，除了使用其他的考评形式外，建议请学员写一篇技术报告，以便使人相信他们已经理解并掌握了培训中的理论知识。

5.2.5.2 口头考评

使用口头考评时必须十分小心。正常情况下，一次只面试一个学员。除非对每个学员的提问都是一样的，否则总会产生对待学员是否公平的问题。由于口试时往往可以从发问者那里得到反馈信息，因而学员可以利用这些线索作出正确的回应，这在笔试的情况下是不会出现的。此外，这样的反馈对每个学员来说不大可能是一样的。口头考评的主要作用是考评学员的交流沟通和解释概念的能力，以及他或她在有压力的情况下能否保持思路清晰。细心的提问有时能够发现或许在书面考评中未被认识到的错误看法。

如果学员将来准备成为辐射安全方面的教员或教师，则口头考评可以帮助鉴别他们个人在讲授或介绍技术材料方面的能力和效果。在这种情况下，口头考评可以作为对技术材料笔试的有益补充。

5.2.5.3 考评实际工作

考评实际工作的主要目的在于：

——判断个人执行已经教授过的具体任务或具体操作的能力。这些任务或操作则是在职培训的一部分，或者是教室培训或远程教学中实践性练习的一部分；

——使人确信该人能独立地（没有他人帮助）或者按团队分工执行这样的任务或操作。

——根据学员完成任务或操作的情况评定其技能水平。

考评实际工作的方法一般包括观察学员的表现，因此教员

和（或）辅导员手头有一张要学员演示的技能的清单或他们应该采取的行动的具体清单是很重要的。

5.2.5.4 考试的管理

笔试应该在合适的场所内举行，这个场所必须足够大，以使让学员们之间离开较远的距离，防止作弊。计算器、文具和允许的任何参考资料都应在临开考之前才提供。笔试可以是“开卷”的，也可以是“闭卷”的；就是说，可以允许或不允许学员在考试期间使用参考资料。假如试卷设计得旨在测试学员的理解和应用能力而不只是测试他们的记忆力，则开卷考试完全是可以接受的。

应该任命一名技术人员为监考员，他（或她）的责任包括通知学员考试时间是多长、能否使用参考资料以及作弊的后果。监考员负责分发试卷，宣布考试开始，整个考试期间要待在教室里。每隔一段时间，监考员要提醒考生还剩多少时间。在考试结束时，监考员告诉考生停止答题并把试卷收上来。

5.2.5.5 成绩的认可

培训的圆满完成应该得到正式的认可，即由得到认可的培训中心或考试机构[2]向学员颁发证书。

证书要包括以下的一些信息：培训中心或者培训主办者的名称，该培训班或培训的题目，培训覆盖的专题，培训日期及培训小时数，考试或其他考评形式的结果，以及教员的姓名。证书通常由班主任（参见第 5.3.1 节）和培训中心或培训主办者的高级代表签署。

5.3 培训的实施

成功的培训需要好的管理和计划。重要的是创造一个适于学

习的环境和认真对待学员们的关注点。本节介绍教室培训所必需的基础设施和组织方面的问题，但有些资料对远程教学也是适用的。

5.3.1 培训班的行政管理

培训班的行政管理包括一开始的宣传培训班和向潜在的学员分发邀请信和申请表。对学员进行某种形式的筛选也许是必要的；此事在第 5.3.3 节中将进一步介绍。这些工作应在该培训班开始之前几个月就着手进行，以便让有关研究机构和单位有充足的时间安排派送合适的学员。为了协助研究机构挑选学员，向他们提供足够的培训内容方面的资料是非常重要的。建议把培训班的介绍、培训目标和目的说明以及进度表等材料，与宣传材料或邀请信等一起发出。

集中住宿的培训班当然需要为学生预订合适的住所。建议住所要有足够大的空间以供学习之用，离上课地点的距离要适中。要细心地安排好交通运输；最好让学员花在路上的时间少点。合适的餐饮设施也是必须具备的。

如果有从其它国家来的学员参加培训，则行政管理人员或许需要帮助安排旅行和签证、财务和一般的生活福利等事宜。

对教室培训而言，开班那天的安排主要是迎接学员和登记注册。如果有条件，可以提供学员胸卡。还需要向学员们分发有关培训目标、学习目的与教学大纲的一套说明性材料，以及培训进度表和相关的培训材料。进度表中要注明定时的休息时间，供饮水和用餐之用，并要做出安排以确保在指定的时间有食品和饮料供应。学员肯定需要使用电话、传真和电子邮件等设施，如果有条件的话应该满足。

指定一名组织培训工作的职员或者技术上合格的其他职员作为联络员，负责与教员和学员联系，他要有能力回答与培训班的一切方面有关的任何询问，这是非常重要的。经验表明，这位

“班主任”对于培训班的成功与否起着非常重要的作用。如果学员想要讨论与培训有关的事，就可以去找这位能解决问题的班主任，同时他也一定能处理任何抱怨和纠正任何不足之处。这位班主任还应该监督培训班的进度，以确保进度表得到执行。有些培训中心可能任命一些协调员来管理特定的培训方面，例如实习课。要提供良好的后勤支援，以满足培训班的各种需要。

如果集中住宿的培训班时间长于一周，可以考虑给学员们安排一些社交性活动，诸如聚餐或文化娱乐活动。

5.3.2 培训设施

不同国家所拥有的培训设施差异很大。在有些国家，没有充足的设施和设备可胜任多种多样的教室培训。因此，建议将持续时间几周以上的大规模培训班与大学、学院或者培训学校之类的教育和（或）培训机构共同举办。教室要配备相应的设备（如桌子、扶手椅），应能容纳所有的学员且并不拥挤。教室里的设备可能包括幻灯机、计算机投影系统、字幕片放映机、录像放映机和电视监视器、银幕、黑板和（或）白色书写板，以及配套的挂图。

如果可能的话，学员和教员的比例应该足够低，使学员有可能比较容易地和教员进行交流。虽然这个比例没有严格的限制，但实践经验表明，一个班的学员最多不要超过 30 位，理想的数目是 20 位以下。如果需要培训的人较多，可以考虑分成几个组，或者过一段时间之后再办一期。

需要有允许学员进入的资料室（可以在教室附近，也可以在学员的生活区附近），资料室内应该有能够作为学习辅助材料的参考资料、辐射防护及相关学科方面的书籍，期刊和视听材料。资料室内还可以提供一套讲稿、试题样本和问题集样本，如果可能，还应该准备一些书桌或办公桌。班主任或许还要考虑提供一台复印机。如果有条件，提供可以访问因特网和电子数据库与参

考资料的个人计算机，这对学员来说可能也是有帮助的。

另外还需要几个单独的房间，供实践性练习和小组练习使用。对大多数培训班而言，所需的房间不需要非常豪华，仅仅能让各个小组单独活动并进行简单的实践性练习或小组讨论即可。有些实践性的模拟作业，诸如给现场的射线照相作业架设屏障、寻回“丢失”的放射源或绘制辐射场分布图，则需要较大的空间并且最好在远离教学楼的某个合适的地方进行。

5.3.3 材料和设备

除了视听设备之外，还要准备一些设备供教员演示所涉及的各种专题之用，这必将有助于培训班的质量和顺利成功。下面列出的是通常能获得的设备，这些设备与大多数辐射防护培训班中的课堂演示和实践性练习有关。(请注意，每种设备最好不止一套，具体数量取决于学员的多少)：

——带积分输出的电离室型计数率仪；
——带音响输出的盖革-弥勒型计数率仪；
——带音响输出的闪烁型计数率仪；
——带音响输出的污染监测器和探测α与β辐射的探测器；
——同上述设备一起使用的、用来演示α、β和γ发射的几个小的校准用源；
——短寿命的同位素（如核医学中使用的$^{99}Tc^{m}$产生的短寿命同位素）；
——几组吸收体（薄的纸板、有机玻璃、铝和铅）；
——胶片剂量计样品、热释光剂量计和直读式袖珍剂量计；
——个人报警监测器（电子式个人剂量计）；
——模拟源胶囊；
——含天然放射性材料的消费品（比如煤气灯纱罩、陶瓷餐具或夜光钟）。

在几乎所有培训中，对基础性的讲课和演示来说，此表中列出的器材是最起码的。附加的材料或设备可以包括，例如，防护衣、呼吸器、远距离操作设备、γ谱仪、α谱测量设备，监测氡子体的设备或其他的专业性探测器。学员如能接触到响应紧急情况用的成套设备当然也能受益。

建议教员事先要弄清楚设备是可以工作的，而且是已校准好的（如果情况合适）。明智的做法是准备一些供便携式设备使用的备用电池和有关设备的操作手册复印件。教员必须熟悉将要使用的设备，以便能够更换电池或作一些小的维护。

5.3.4 挑选学员

在挑选申请参加特定培训班的学员时，要考虑以下因素：

——学员的文化水平：这是应该考虑的申请参加该培训班的先决条件和申请者的文化背景能否理解培训班内容的问题。

——以前受过的培训和经历：申请者过去在这次培训班所涉及技术领域的经历和受过的培训，是判断这个班对他来说是否需要和等级是否合适的重要依据。

——与准备提供的培训的关系：应该考虑申请者是否确实要从事与准备提供的培训有关的工作、是否受他领导的人将要做这一类的工作，或者只是一般地对该专题感兴趣。

——语言：在挑选学员时，要考虑学员对该培训班准备使用的语言的阅读、理解和表达能力。

考虑过这些因素之后，“班主任”就能评定该申请者是否适合参加这个特定的培训班。

5.3.5 挑选教员和辅导员

挑选合格的教员或辅导员是培训能否获得成功的关键。以下是在选择教员或辅导员时需考虑的主要判别标准：

——技术能力：教员应该提供证据，表明他在技术上是能胜任将要教的专题或科目的，并有相关的实践经验。

——教学能力：教员应该是一个有经验的讲师，拥有良好的交流沟通技能，并且具有成功地进行过教学和培训的记录。他（或她）应该像教案中建议的那样把握好重点，并针对特定的一组学员决定授课的风格。

——语言技能：教员培训时所使用的语言应该是流利和易于理解的。

国际教员和来自本地区其他培训中心的教员的参与对学员来说有很大的好处，因为他们熟悉 IAEA 的相关出版物。

对于有多个教员参与的教室培训来说，特定培训班中各门课程之间的协调是需要考虑的一个基本问题。向教员提供培训目标、学习目的、教案和培训进度表有助于此事的解决。所使用教员的数量太多会使学员摸不着头脑，并使培训变得支离破碎。因此，可取的做法是限制教员的人数，确保教员有几天的时间来讲授他们的教材，这对让学员和教员进行正式的或非正式的交流是很有好处的。

教员有责任确保：

——他们的讲课符合培训目标和学习目的，并适合学员的背景；

——所使用的资料是最新的；

——各种表述与辐射安全方面的条例是一致的；

——讲稿和口头表达是清晰、客观和易于理解的。

还需要一个称职的技师帮助进行实际操作、维修设备和管理

实验室。

5.4 对培训的评价

评价的目的是判断培训的有效性和效果。在培训班结束时进行的评价，可为设计未来的培训提供参考，并进行必要的修改和改进。评价也可以在培训期间进行，这样的评价允许在培训班进行期间就对这个培训班进行改进。这对在职培训来说是特别有价值的，它能确保学员的需要得到满足。

评价过程包括以下几步：

——评估达到学习目的的程度，包括考评（测试）学员的能力；

——培训结束后学员当时的反馈。要给他们创造对培训班提意见的机会，比如哪些内容他们喜欢；哪些不喜欢；培训班有哪些优缺点；

——结果评价。主办单位用这个来判断这次培训在达到其原来设想的目标和目的方面是否成功。

——独立监查。可以时不时地进行独立的评价或监查。

5.4.1 考评学员的能力

第 5.2.5 节中描述的考评办法能给学员、教员、雇主和监管机构提供学员究竟学到了哪些知识与技能。如果大部分学员达到了这些学习目的，就可以认为这期培训班是成功的。相反，如果多数学员没有达到这些学习目的，经过细致的分析或许会搞清楚需要怎样去改进培训工作。教员或辅导员对学员行为的观察可用来评定学员的实践能力、安全文化和态度是否在培训中得到了提高。

5.4.2 学员的反馈

在培训过程中或者培训结束后，教员、培训主办者或培训机构可以通过使用问卷调查或其他合适的手段来获得学员对这期培训的反应。附录7是可以使用的这类问卷调查表的实例。收集这些反应或反馈信息旨在了解学员对这期培训班的看法，包括培训材料的质量、所使用的培训方法、技术内容、教员的精通程度、行政管理事务，以及学员的的需要和期望有多少得到了满足。问卷调查表通常应该在培训结束之前收上来，以便有机会同学员讨论他们的反应。

5.4.3 评价培训的效果

为了培养辐射防护方面的能力，应该评价培训的有效性，并将评价结果用于改进未来的培训。培训的长期效果当然也是要评估的，以便从辐射安全的角度判断主办单位或主办国的目标是否已经达到。培训效果的评价涉及到与设施或过程的安全运行有关的标志性参数，例如培训是否已导致职业的或集体的辐射剂量降低，或导致事故发生率降低？这类评价一般是长期的，应该使用趋势数据和成绩指标[2]。

5.4.4 独立的监查

除了以上描述的几种评价方法之外，还有一种评价是请在这一主题和培训基本方法方面很有造诣的个人定期进行（独立）的评估。这类审查通常两三年进行一次，审查包括从课程内容、讲授方法、教员资格、培训班的组织工作、教学计划、培训材料、学员的考评工作、记录的完整性和行政管理程序的角度评价培训工作。这类评价本质上是一种对培训工作的独立监查。附录2示出的鉴定培训班用的判别标准实例，对于这些独立监查来说也是有用的。

参考文献

[1] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANISATION, OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, WORLD HEALTH ORGANIZATION , International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series No. 115, IAEA, Vienna (1996).

[2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Building Competence in Radiation Protection and the Safe Use of Radiation Sources, Safety Standards Series No. RS-G-1.4, IAEA, Vienna (2001).

[3] OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, Committee on Radiation Protection and Public Health Sponsored Survey of University Level Education Programmes in Radiation Protection, Rep. OECD/GD (97)80, OECD, Paris (1997).

[4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Training Courses in Radiation Protection, Technical Reports Series No. 280, IAEA, Vienna (1988).

[5] COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, Radiation and Radiation Protection -- A Course for Primary and Secondary Schools, EU DG XI, European Union, Brussels (1993).

[6] OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, Teachers and Nuclear Energy (Proc. Sem. Oxford, 1993), OECD, Paris (1994).

[7] UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION, Platform for Action (Proc. Conf. Budapest, 1999), UNESCO, Paris (1999).

[8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Communications on Nuclear, Radiation, Transport and Waste Safety: A Practical Handbook, IAEA-TECDOC-1076, Vienna (1999).

[9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Staffing, Recruitment, Qualification and Training of Nuclear Power Plant Personnel, IAEA, Vienna (in preparation).

[10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Organization and Staffing of the Regulatory Body for Nuclear Facilities, IAEA, Vienna (in preparation).

[11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Nuclear Power Plant Personnel Training and its Evaluation: A Guidebook, Technical Reports Series No. 380, IAEA, Vienna (1996).

[12] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Standard Syllabus for a Postgraduate Educational Course in Radiation Protection and the Safe Use of Radiation Sources, Training Course Series, IAEA, Vienna (2001).

[13] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Diagnosis and Treatment of Radiation Injuries, Safety Reports Series No. 2, IAEA, Vienna (1998).

附录 1

辐射防护和辐射源安全使用方面的大学毕业后进修课程的标准教学大纲

辐射防护和辐射源安全使用方面的大学毕业后进修班的标准教学大纲使用的是模块式结构[1-1],它分为 11 部分，每个部分又分为若干个模块，就像下面能看到的那样。详细的教学大纲能够在如下的因特网站上找到：http://www.aiea.org/ns/rasanet/training/promedutra.htm。

第 I 部分：复习基础知识

I.1 引言
I.2 在辐射防护中用到的基础物理学和数学
I.3 射线与物质的相互作用
I.4 辐射源

第 II 部分：量和测量

II.1 量和单位
II.2 剂量测定的计算和测量
II.3 辐射探测与辐射测量的原理

第III部分：电离辐射的生物效应

III.1 分子级和细胞级的辐射效应
III.2 确定论的效应

III.3 随机的躯体效应
III.4 随机的遗传效应
III.5 对胚胎和胎儿的影响
III.6 流行病学的研究和课题
III.7 辐射损害的概念

第Ⅳ部分：辐射防护原则和国际的管理体系

Ⅳ.1 概念性的框架
Ⅳ.2 辐射防护方面国际组织的作用
Ⅳ.3 安全文化的培育

第Ⅴ部分：监管部门的控制

Ⅴ.1 辐射防护和放射源安全使用方面的法律体系
Ⅴ.2 监督管理体系
Ⅴ.3 监管工作的有效性评估

第Ⅵ部分：外照射和内照射的评估

Ⅵ.1 由外部辐射源引起的职业性照射量的评估
Ⅵ.2 由吸入放射性核素引起的职业性照射量的评估

第Ⅶ部分：职业性照射的防护

Ⅶ.1 组织和管理
Ⅶ.2 辐射防护和安全使用放射源的方法：优化原则
Ⅶ.3 个人和工作场所的监测
Ⅶ.4 健康监督
Ⅶ.5 潜在的照射

Ⅶ.6 工业射线照相中的职业性照射的防护
Ⅶ.7 工业用辐照装置和工业用加速器的职业性照射的防护
Ⅶ.8 使用核计量器具时职业性照射的防护
Ⅶ.9 使用示踪剂时职业性照射的防护
Ⅶ.10 测井装置中的职业性照射的防护
Ⅶ.11 放射性同位素生产车间里的职业性照射的防护
Ⅶ.12 放射诊断中的职业性照射的防护
Ⅶ.13 核医学中的职业性照射的防护
Ⅶ.14 放射治疗中的职业性照射的防护
Ⅶ.15 核设施中的职业性照射的防护
Ⅶ.16 原材料的开采和处理中的职业性照射的防护

第Ⅷ部分：放射诊断、放射治疗及核医学中的医疗照射

Ⅷ.1 范围和责任
Ⅷ.2 医疗照射的正当性
Ⅷ.3 医疗照射防护的优化
Ⅷ.4 质量保证
Ⅷ.5 在医疗应用中的事故照射

第Ⅸ部分：由各种实践引起的公众照射

Ⅸ.1 公众照射的来源
Ⅸ.2 责任和组织
Ⅸ.3 放射性物质的安全运输
Ⅸ.4 放射性废物的安全性
Ⅸ.5 环境剂量评估
Ⅸ.6 源和环境的监测
Ⅸ.7 消费品

IX.8 剂量评估
IX.9 公众照射量的监测

第X部分：慢性照射和紧急事件照射情况下的干预

X.1 总的原则和事件的类型
X.2 紧急情况响应的基本概念
X.3 核事故或放射学紧急情况应急准备的基本概念
X.4 培养国家响应核事故或放射学紧急情况的能力
X.5 发生放射学紧急情况时的评估和响应简介
X.6 发生核反应堆紧急情况时的评估和响应简介
X.7 发生核事故或放射学紧急情况时的监测工作
X.8 辐射损伤的医疗管理
X.9 与公众的沟通
X.10 国际合作

第XI部分： 培养教员

XI.1 培训的必要性
XI.2 怎样作一个教员
XI.3 组建培训班

参考文献

[1-1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Standard Syllabus for a Postgraduate Educational Course in Radiation Protection and the Safe Use of Radiation Sources, Training Course Series, IAEA, Vienna (2001).

附录 2

建立培训中心

2-1 培训中心的用途

辐射防护和辐射源安全使用方面的培训可以由多种多样的培训主办者提供，包括学院、大学、辐射防护研究机构和培训公司。在有些国家，许多工作人员需要培训，但可能没有合适的培训中心来主办相关的培训班，在这种情况下，以国家或区域性培训中心的形式来建立一个集中的培训设施或许是有用的。

国家或区域性培训中心有许多好处：能保证培训方案一致，有利于编制和使用共用的培训教材和方案，并给评定学员资格提供一个参照点。

除了培训以外，该中心也可以以单页宣传品、期刊杂志的文章、录像带和形象化的直观信息等形式，向有关各方提供有关电离辐射的各种应用的资料。这样做定能有助于提高该国对与电离辐射的使用相关的利益及潜在危害的认识水平。

2-2 建立培训中心时需考虑的问题

在建立培训中心前需要考虑的一个最重要的因素是国家维持这个培训中心的能力。可以利用可行性研究来确定需要培训的人数和类别、满足他们的需要所需的培训班的类型和数量、建立和运行该中心的费用概算，并清楚地列出可获得的资源及基金。最好由国家或区域承诺长期提供各种资源，以便维持这个培训项目。

一旦建立培训中心的必要性及各种资源的可获得性得到肯定，就需要处理下面讨论的这些课题。

2-2.1 方针政策

需要按照有关主管部门的培训要求草拟培训中心的方针政策，并论述国家的或区域性的辐射防护和辐射源安全使用方面的培训计划的范围，规定培训的预期效果。除了申请者国籍和居住状况方面的限制外，这种政策还需要包括学术的和与工作岗位有关的合格条件、工作经历和个人特长方面的一些培训先决条件。这种政策还需要鼓励相关组织（国家的原子能委员会、监管部门、大学、学院和专业协会）相互交换意见并需要明确规定谁来为不同类别学员的培训提供资源或支持的政策。

2-2.2 结构和程序

该中心的行政管理结构必须形成文件。这部分的文件资料应该包括各个职位的具体责任和义务，诸如中心主任、教务主任、班主任、教员和监考员。

有关培训工作的初步设计、详细设计、实施和评价（包括学员考评和培训班评价）的程序，也需要形成文件。

2-2.3 记录

需要保存相应的记录，其中包括学员的姓名和地址、学员身份证号、学员的注册日期、培训班的教学大纲、培训的评价结果和考评结果（标有每个应试者的试卷、考试评分方案和考试合格证书号）。记录的保存期限应该遵守本国的政策。培训材料的记录可以因为技术方面的原因而加以保存，诸如供培训主办者将来参考。如果学员的成绩和相关信息的记录属于某些国家的保密法律法规的管辖范围，则需要小心对待，以确保这些记录的机密性得到保持，并确保不向第三方发送这些个人信息。

2-2.4 设施和资源

国家的或区域性的培训中心需要准备的设施和资源，至少要与

本安全报告第 5.3.2 节中所描述的那些相当。对于国家的或区域性的设施而言，预计通常会给它提供最新的培训装备。

2-3 培训班的鉴定

所提供培训的质量可以得到对所提供的部分或全部培训的鉴定的支持。培训班可以由监管机构或独立的团体（如得到监管机构承认的专业协会）进行鉴定[2-1]。

鉴定工作通常包括给鉴定机构正式递交一份“自我介绍”，然后由鉴定机构对照既定的判别标准分析这些信息。递交的材料要包括以下有关信息：

——该培训班的目标和学习目的；
——培训的教学大纲；
——培训的类型（如它是教室培训、远程教学还是在职培训）；
——培训进度表（包括培训总时间）和教案（如果有的话）；
——培训材料和可利用的资源；
——实习；
——最多的学员人数；
——班主任和教员的资格证书和经历（包括在这些培训专题方面的技术能力，教学和（或）培训技能和交流沟通技能）；
——培训班的学术管理（如制定方针政策、对培训进行监督和评价或决定对培训计划进行改动等方面的管理）；
——培训班的先决条件；
——通过考试或者其他的评估手段考评学员能力的手段和判别标准；起草和批准试题的程序；试卷的安全印制和保管；报告考试结果的程序；
——质量保证程序、内部监查，培训的评价和反馈机制。

在对这些信息作出适当的审查之后，鉴定机构需要就这种培训是否符合鉴定合格标准做出决定，如果符合的话，应该公布鉴定结果。鉴定的有效性在 1～5 年内都是有效的，时间长短取决于鉴定机构在多大程度上想要对该中心的培训再次进行审查和访问。学员对培训质量和传授方式的反馈也可以用来判断鉴定方法是否需要修订。鉴定还可以起到树立学术资格信誉的作用。

2-4 培训中心的鉴定

在某些情况下，或许要考虑对培训中心进行鉴定，而不是对一个个培训班进行鉴定。此种鉴定取决于培训中心在提供受过合适培训的个人方面，以肯定能保证质量而且是一贯的方式确定、开发、组织和评价培训的能力。为了接受鉴定，中心通常需要证明它的行政管理体系对于确保它能满足不断出现的培训需要是合适的，它的教员具有本报告第 5.3.5 节列出的资格，以及它拥有符合鉴定合格标准的开发和组织培训的成功记录。从另一个角度看，培训中心是否合适可以由鉴定机构通过组织受训人员必须通过的独立的考试来核实。不过，鉴定国家培训中心之类单位的具体判别标准和方法的细节，超出了本报告的范围。

2-5 培训中心的评价

每隔一段时间，有关主管部门可以考虑对培训中心进行一次评价，以判断培训工作的有效性。培训中心的长期可持续性一是取决于使用合理的费用提供培训的能力，二是取决于该国对培训的总需求。有关中心运作的费用效率的评价问题是一回事，关于水准鉴定目的的评价是另一回事。当然，两者是相互关联的，因为满足培训需求的有效性问题与培训工作的质量显然是有关的[2-1]。因此，鉴定方面的资料对评价费用效率是有用的。

参考文献

[2-1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Building Competence in radiation Protection and the Safe Use of Radiation Sources, Safety Standards No. RS—G—1.4, IAEA, Vienna (2001).

附录 3

工业射线照相员辐射防护的教室培训

本附录介绍了简化的工业射线照相员辐射防护教室培训班的初步设计和详细设计方案，勾画出了初步设计和详细设计的主要内容，但不打算详细介绍。

3-1 培训对象

此类培训班的对象是在现场或屏蔽室内使用 γ 和 X 射线进行射线照相的工业射线照相员及其助手。

3-2 目标

此类培训班的目的是提供在现场或屏蔽室内使用 γ 和 X 射线进行工业射线照相的辐射危害方面的基本常识。它还提供使剂量符合法规要求的可接受的操作规定方面的实用指导和异常情况下应采取行动方面的实用指导。

3-3 学习目的

本培训班结束之后，射线照相员应该能够做到以下各点：

——描述 γ 和 X 射线的性质与特点，以及相关的危害；
——正确使用辐射防护方面的标准术语；
——陈述与进行工业射线照相时安全使用放射源相关的法规要求；

——应用辐射防护的基本概念（即时间、距离和屏蔽等因子的效应），能够进行与这些因子有关的计算；

——采用减少剂量的实用办法；

——能够演示可接受的操作规定、正确地进行辐射巡测、设置必要的围栏以及设备的日常检查和正确操作；

——能够辨认出不常见的情况并立即采取适当措施控制剂量；

——提供准确的记录和报告。

3-4 所需器材

所需器材如下：

——巡测仪：盖革-弥勒计数器和电离室；

——模拟源组件；

——工业射线照相设备、源开关器件和相关设备（如控制器、导向管、警示标志、屏蔽材料和屏障）；

——辐射防护设备；

——个人剂量监测装备（胶片胸卡、热释光剂量计和直读式剂量计）；

——用本国文字编写的设备运行和维护手册；

——工作单。

3-5 教学大纲

3-5.1 基础知识

1. 基本概念：简单介绍原子的结构、放射性、密封源和 X 射线的产生。
2. 辐射的量和单位：活度、吸收剂量、照射量、当量剂量、有效剂量和相关的剂量率。

3. 辐射的探测和测量。探测器：盖革-弥勒计数器、电离室、正比计数管和闪烁体。测量技术和参数：巡测方法（实验室课）、参考性巡测和判断放射源是否已经回到贮藏位置的巡测。
4. 辐射的生物学效应：物质和辐射的相互作用、急性或慢性辐照的效应、确定性效应和随机效应以及手部辐照量的计算。

3-5.2 防护的原则和概念

1. 辐射防护体系。
2. 监管部门的控制：（与工作人员和公众有关的）法规要求。
3. 剂量水平和（或）危害的依据。
4. 区域的分类：监视区和控制区
5. 优化："合理可行地低"（ALARA）的定义、管理部门和工作人员使剂量达到"合理可行地低"的责任，以及安全文化。
6. 限制和调查水平。

3-5.3 辐射源和设备的简述

1. 外部辐射的防护。源的类型，^{192}Ir、^{60}Co 和 X 射线的计量单位、时 间、距离和屏蔽，放射性衰变的基础理论和剂量计算的公式，实例（工作单）。半值层和十分之一值层的使用：定义，铅、钢和混凝土的实际值。来自设备的和射线照相期间的典型剂量水平、应用实例、巡测、通信、安全告示、连锁和操作规程。

2 所使用设备的类型（实验室课）：密封源，操作工具，X 射线管和辅助设备，设备的演示，设计方面的一般性考虑和限制，操作方面的基本考虑，来自设备的典型剂量水平，完成一次照射，更换一次放射源，以及设备的检查和维护。

3-5.4 辐照量的防护

1. 组织和管理。

2. 个人剂量的监测：设备类型、原理和限值。
3. 限制剂量的操作规定：屏蔽室的使用，准直器的使用，较长的控制器具和（或）较短导向管的使用，使用工作场所内已有的屏蔽，胶片和（或）荧光屏的选择及连锁。
4. 非固定的场所：建立受控区域，使用示例性场景和（或）示例性计算值，射线照相期间对作业区的控制和核实在受控区域内没有未经允许的人员。
5. 现行的国际标准及检查设备的操作和维护是否合理。
6. 放射源的安全和保卫（如储藏库和库存量）。
7. 工业射线照相方面的案例记载（已学过的课程）、根本原因、防止再次发生类似事件和紧急情况的响应（实际恢复）。

3-5.5 辐射防护工作

1. 辐射防护官员和放射照相员的责任和资格。
2. 制定本地规则：进行照射、连接、摇出源、收回源和照射终止。有待进行的正确巡测、建立受控区、每天使用前的检查、正式维修、剂量限制、个人剂量监测和紧急情况响应。射线照相员：限制操作区域和通知辐射防护官员。辐射防护官员：对形势进行评估和决定做出相应的响应。
3. 做好记录。
4. 监查和（或）质量保证：对射线照相员的定期监查，辐射防护工作的定期监查，调查的级别，准备采取并经管理部门审查过的纠正措施。

3-5.6 附加模块

1. 放射性材料的安全运输（运到工作地点或从工作地点运走）。
2. 公众的防护（区域的控制）。

3-6 教室培训进度表

第一天：辐射防护的基础知识和基本原则
第二天：辐射源和设备的简介
第三天：辐射照射量的防护
第四和第五天：辐射防护工作和附加模块

3-7 教案

此处只介绍第 1 模块第 1.1 讲："基本概念"的教案。其他的培训课当然也需要准备类似的教案。

3-7.1 基本概念

要准备的材料："基本概念"(BC)的讲稿、"基本概念"直观教具 BC1～BC17，录像：《辐射安全：简介》（国际原子能机构），X 射线管的模型，射线照相用模拟源和远程控制的照射容器。

介绍原子的结构

专　　题	准备展示的直观教具
原子的结构	BC1
基本粒子（p，n，e）	BC2
基本粒子的电荷和质量	BC3
质量数和原子序数的定义	BC4
对同位素的简单解释：使用氢（H, ^{2}H, ^{3}H）作为例子； 同位素符号的正确写法，例如 ^{192}Ir	BC5

放射性

专　　题	准备展示的直观教具
电离辐射：类型	BC6
电磁辐射：零质量和零电荷，是经常伴随着α或β衰变产生的，电磁辐射的能量（eV，keV，MeV）	BC7
放射性衰变的过程：衰变曲线和半衰期	BC8
半衰期的实例	BC9
γ辐射在空气、人体组织、混凝土和铅中的射程	BC10
工业射线照相常用的放射性核素：^{192}Ir 和 ^{60}Co	BC11
本专题小结	录像：《辐射安全：简介》——模块 1 和模块 2

密封源

专　　题	准备展示的直观教具
密封源的定义	射线照相用模拟源
密封源的结构	BC12
已损坏放射源相关的危险——解释污染	BC13
使用远程控制照射容器的简单说明	远程控制的照射容器
使用准直管减少散射辐射	BC14

X 射线的产生

专　　题	准备展示的直观教具
X 射线的产生机理——特性和韧致辐射	BC15
简单的 X 射线装置	X 射线管的模型
阳极发热和冷却方法	BC16
典型的 X 射线照相装置的简单介绍	BC17

3-8 学员能力的考评

应该由该设施的辐射防护官员进行书面的和实践性的考试。

3-9 对培训的评价

学员应该通过在培训结束前发给他们的调查问卷来对培训班进行评价。

3-10 颁发证书

在培训班结束时要给通过考试的学员颁发证书。

3-11 参考书目

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (Vienna)

Personal Monitoring, IAEA-PRTM-2 (1995).

Workplace Monitoring for Radiation and Contamination, IAEA-PRTM-1 (1995).

Manual on Gamma Radiography, IAEA-PRSM-1 (Rev. 1) (1996).

Manual on Shielded Enclosures, IAEA-PRSM-2 (Rev. 1) (1996).

Lessons Learned from Accidents in Industrial Radiography, Safety Reports Series No. 7 (1998).

Radiation Protection and Safety in Industrial Radiography, Safety Reports Series No. 13 (1999).

Regulatory Guidance on Industrial Radiography Incorporating Procedures Manual, IAEA-TECDOC (in preparation).

附录 4

工业射线照相员辐射防护的在职培训

本附录介绍简化了的工业射线照相员辐射防护在职培训的初步设计和详细设计，概述了初步设计和详细设计的主要内容，但不打算详细介绍。

4-1 培训对象

培训对象是以前已顺利通过教室培训班的工业射线照相员及其助理，作为一个先决条件，在教室培训班中已经向他们提供了在现场或屏蔽室内使用γ和 X 射线进行工业射线照相辐射危害方面的基本常识。

4-2 目标

在职培训的目标是给学员提供在现场和屏蔽室内进行工业射线照相的操作能力，并要遵守有关安全操作规定及放射源安全性的法规要求和相关的实施细则，以及有关工作人员和公众成员所受剂量的法规要求和相关的实施细则。

4-3 学习目的

在职培训结束之后，射线照相员应该能够做到以下各点：

——了解他或她正在使用的放射源；

——阅读和解释与该放射源、射线照相部件和所有相关设备直接相关的技术资料；

——选择最佳工作条件以限制剂量；
——在现场和屏蔽室中安全地操作工业射线照相设备；
——阅读并解释射线照相的结果；
——对异常情况做出正确的响应；
——记录一切有关数据；
——阅读并解释工作场所的监测结果，并采取相应措施。

4-4 所需器材

在职培训所需的器材如下：

—— 巡测仪：盖革-弥勒计数器和电离室；
——工业射线照相设备、源开关器和相关设备（如控制器、导向管、警示标志、屏蔽材料和屏障）；
——模拟源组件；
——个人剂量监测装备（胶片胸卡、热释光剂量计和直读式剂量计）；
——用本国文字编写的设备运行和维护手册；
——操作须知和操作规程；
——工作单。

4-5 教学大纲

本教学大纲涵盖与工业射线照相有关的辐射防护和辐射安全中所实用的方面。它可以因可供使用的设施的不同而有所不同。

——工业射线照相过程的技术方面：与设备、放射源、仪器、准备接受射线照相的材料的物理性能、射线照相设备的每个部分和每个部件的操作使用方法，以及射线照相方法的类型等有关的技术信息。

——将知识应用于工作场所：选择射线照相方法的程序、让设备投入使用、进行照射、与放射源有关的计算、在现场移动放射源的操作、废放射源和废器械的存放和保卫、供在屏蔽室内进行的活动使用的放射源的临时存放和保卫规程、运输的安全操作规程、建立受控区边界的程序和置换放射源的程序。

——质量控制：记录规程，检漏计划和设备维修计划。

——异常情况的响应。

——取得足够的经验以便能从容独立地进行操作。

——在屏蔽室内工作：设施布局、受控区域、辐射水平、辐照室的出入口、安全控制（警报和信号）、安全系统和连锁、控制火种、安全操作的清单和程序。

——在现场工作（清单和程序）：搬运设备的程序、启动操作活动的程序、放射源的运输、控制公共区和操作区的辐照量的程序、计量学和结束操作活动的程序。

——在市区工作：程序同上，再增加一条遵守公众年剂量限值的约束。

4-6 在职培训进度表

培训进度表应该根据教学大纲和学习目的来制定。重要的是制定此进度表时要联系辅导学员的情况，并明确所要完成的任务和每部分培训的持续时间。要循序渐进，即等到学员在较低层次的表现令人满意之后才进入更高层次的实践和理解。学员应该首先观察别人干活，然后在他人的密切辅导下执行该项任务。有必要给学员一些时间，让他们用自己的话来解释他们对特定任务的理解。

进度表必须有足够的灵活性，以便利用各种机会和从很少遇到的情况或活动（如异常情况或置换放射源）中取得的教训、发现学员表现中的缺点，并和他们讨论如何避免类似情况再次发生和给他

们再次在这个领域进行培训的机会。

4-7 学员能力的考评

考评的目的在于核实学员已经掌握了这次培训的学习目的中定义的所有领域的能力。为了实现这个目的，此种考评由如下两部分组成：

——辅导员在在职培训期间持续进行的评价（如工作报告，使用培训文档、操作记录和在职培训清单进行评价）；

——对在现场的和（或）在屏蔽室内进行的工业射线照相实际操作进行考评。

4-8 对在职培训的评价

学员应该通过在培训结束前向学员们发给他们的调查问卷来对此次职前培训进行评价。

4-9 颁发证书

在在职培训结束时要给通过考试的学员颁发证书。

附录 5

直观教学材料

在培训时，恰当地使用直观教具会得到更好的效果。不恰当地使用直观教具或者教具准备得不好可能会削弱所演示信息的效果。当然，好的材料并不能弥补教员准备得不好的不足。本附录提供了准备和演示有效直观教具方面的一些建议。

有几种直观教具是可以在培训课中使用的；通过仔细的准备，可以辨别出哪种教具是合适的，怎样才能让它更有效地帮助证明一个论点。

透明软片、幻灯片或计算机演示能够用来引导讲课的顺序，突出要点和展示图片。色彩可以使教具更有吸引力，使问题更容易说清楚。照片可以以幻灯片或透明软片的形式直接使用，或者扫描到计算机中后用计算机演示。分发所要演示材料的拷贝总是很有效的，特别是当它包含图片、照片和公式时，这样学员就可以把注意力集中在所演示的内容上，而不是把注意力集中到记录这些直观教具所展示的信息上。

录像带和录像片段除了可以用作教室培训的直观教具外，也可以单独用于远程教学或自学培训。在教室培训中，录像带或录像片段能够用来展示各种情景、动作和真实的例子。培训录像带通常是模块化的和比较短的（一般每个模块不超过五分钟），而录像片段只会包含选定的场景、时间则更短（大概一分钟），因而能够插入计算机进行演示。模拟实景的录像带（例如应急演习）可以作为讨论的基础。

5-1 透明软片、幻灯片和计算机演示材料的制作

应该编制合理的演示计划，且按以下的顺序演示：

——培训班的题目、教员的姓名、徽标和单位；
——培训班的主要内容、要点和学习目的；
——该课题的相关背景和引言；
——一般性地介绍一下将要讲授的这些专题是如何组合的；
——一个一个的专题（有关准备工作的有用信息见下一节）；
——已经讲过的内容小结；
——哪里可以获得到更多的信息（其他的培训资源：书籍、文章、因特网站点）。

当准备一张张透明软片、幻灯片或画面的时候，应该注意以下几点：

——使用横向格式的标准模板；
——页边距至少定为 3 cm，以确保所有信息易于阅读和不丢失信息；
——连续地标出页码；
——在每一透明软片或幻灯片上，同一主题的文字或图形形式的信息不要超过 4 条；
——句子要简单：每行最多 6 到 8 个字（指英文单词），每一透明软片、幻灯片或画面上最多安排 6 行；
——少用数字的数据和表格：只提供重要的数值或汇总性简表，并指引到讲义中完整资料的对应处；
——只要有可能就使用图表、曲线图或插图来代替文字；
——不要使用符号或缩写，除非在前面已经解释过或估计所有的听众对它们都非常熟悉；
——所有内容都要仔细校对过，还要请别人再检查一遍。

色彩使直观教具更引人入胜，但无节制地使用色彩会削弱它的效果。如果只使用不多的几种色彩，则效果会更好，直观教具也就更有吸引力。彩色最适于突出重点、使之简化或系统化，它的使用要和整个讲述的内容前后一致。不同的色彩指示不同的事物，例如，红色往往和热、重要性、危险性和停止等相联系。色彩对比也是重要的，透明软片上的白底黑字或浅蓝阴影背景上的暗红或蓝色能使内容很突出。

如果文字是从书本或者报告上复制下来的，则字体总是太小，内容也总是太详细。把整页文字投射在屏幕上时，其效果必然适得其反，因为当听众试图阅读和理解文章内容时，就没人会注意你正在说什么了。建议最小使用 24 磅的字体（相当于 2 号字）。一种好的测试方法是能否在 2 米远处看清透明软片上的字。投影时 Arial 字体比 New Times Roman 等字体更清晰，因此可能是直观教具中可使用的最佳字体。黑体和（或）不同的色彩能用来强调某些要点。标题和副标题最好选用更大的字体。

在设计透明软片、幻灯片和画面时，要努力考虑观众阅读时眼睛的活动。要使眼睛必要的垂直活动最小，努力避免不停地移动眼睛才能获取信息。力求让观众水平地阅读所有内容。要把直观教具设计得使观众与你同步，而不是跑到你的前头。

图示包括曲线图、柱状图和饼形图。它们能够提供数据，展示趋势或改善对结果的理解。图示必须足够地简单明了，以便读者一眼就能直接领会，相关的文字要尽量少。

设计得很好的图示能够用来一次就展示几种趋势和关联，但是最好不要在一幅图内包含太多的数据；建议不要超过 5 组数据，最好再少些，视数据量或者图内曲线是否交叉而定。可以有效地利用色彩。当同样的内容出现在几张图中时，要使用相同的符号和相同的线型，如果要比较不同图形中的数据，各图要使用相同的坐标和比例。

最好避免使用三维图形或者让图形显示许多变量，除非它是用

来总结前面已展示过的数据的。

应使用小写字母来标图形的坐标轴，避免使用黑体字。单位放在括号中。在没有提醒读者通过外推得出结论是有害的情况下，不要把曲线外推到测量点或观测点以外，并确保通过使用不同的色彩或符号使图形的外推部分可以清楚地被分辨出来。

流程图和方框图展示系统的各个组成部分和他们互相之间的关系，例如应该用流程图来解释软件的逻辑，用方框图来表示设施的组织系统图。各个组成部分通常放在方框里，各个方框之间用线条连起来以标出它们的关系。就流程图来说，线条代表在各组成部分之间川流不息的活动。主流应该被清晰而明了地标出来，次要的流程、反馈和路线也应该恰当地显示出来，但不能使人分散对主流的注意力。在有“是”与“非”两个备选方案之处需要注明逻辑性；例如代表“是”的线条可能从下方引出，与主流平行，而代表“非”的线条则从右方引出。有必要保持视觉的逻辑性。

5-2 直观教具的演播

直观教具的演播和它们的制备一样重要。下面是建议使用的一些基本规则和程序。这些建议的目的是有利于加强理解，以及让学员们把注意力集中在学习过程上。

——调查听众的情况，使技术内容和语言适合他们的需要。

——事先熟悉并在教室中试用投影仪等设备。

——要有后备方案，以备在设备不能工作，没有这些教具帮助的情况下如何应对之用。

——在演示时要注意吸引学员，让他们感到有趣，并要使自己也在演示中找到乐趣。

——按时上课，不要拖堂。

——不要背对着学员讲话。

——不要让你的紧张流露出来。

——注意眼神交流，特别是在学员问问题的时候。
——不要在一张透明软片、幻灯片和一屏画面上花过多时间。
——不要只是朗读你的透明软片、幻灯片和画面的内容；代之以不同的方法来表达同样的内容，并配以实例。
——不要站在学员和直观教具中间。
——只讨论你所演示的东西；如果一张透明软片或幻灯片要使用不止一次，就要把它们单独放在一边，以便容易拿到（或者更简单的做法是另复制一张）。
——让你的穿着或外表显得比较职业化。
——放松、微笑和自然：在演示过程中保持站立姿势使自己专心致志。
——讲话时要自信，声音要宏亮、清晰，语句要简短。
——在适当的时候使用手势和直观教具。
——注意向学员提问，鼓励参与和主动学习。
——当讲到你想要着重介绍的某个细节时，注意调整你的讲话速度和音调。
——思考和说话时态度要肯定，要富有建设性。

附录 6

实习

标准的实习是课程中的重要组成部分。本附录主要是建议的实习一览表，分别与《辐射防护和辐射源安全使用方面的大学毕业后进修班标准教学大纲》[6-1]（参见附录 1）的各个部分相对应。本附录还介绍了与各个培训专题相对应的练习的类型（如演示、实验室练习、案例研究、模拟练习或技术参观）。在编辑该表的过程中，考虑到了以下的一些意见：

——用图说明在该培训班的理论课中已讲过的科学原理，并提供实用技术方面的实践机会；

——准备实际的工作条件和解决与日常工作中的辐射防护和辐射源安全使用有关的问题的常用方案；

——使用将来可能会使用的仪器和设备。

6-1 准备实习用的材料

为了有助于实习并给学员提供指导，应该准备学生作业单，包括如下内容：

——引言：很好地理解实例所必不可少的理论背景知识。

——目标：实习的目的和期望。

——设备：进行实习所必须的器材（如材料、设备和情景）。

——实验步骤：一步一步说明步骤的要点或解决该问题用的结构严谨的方案的实施细则。

——结果：作业单中要留有足够的空间，用来记录和分析练习结果。

——问题和答案：用来激励对常见情况进行分析和解释的附加问题及标准答案。

——参考书目：供进一步查阅。

6-2 实习安排一览表

建议的实习安排一览表列于表 6-1 至 6-11，这些实习科目是与辐射防护和辐射源安全使用方面的大学毕业后进修课程用的标准教学大纲的每一部分相对应的。为给定培训活动挑选实习科目时，需要考虑学习目的和学员的背景。

如果实习时要使用辐射源，则必须对学员受到的剂量进行监测和控制，并要保持合理可行地低。要给学员提供从辐射防护角度考虑需要遵循的操作规程的书面指示，有条件时应该提供个人剂量计。在某些情况下，最好使用模拟辐射源。作为对实验室练习或实验室模拟的入门，演示正确的程序和操作是很有用的，以避免不必要的照射或损坏设备。

表 6-1 与标准教学大纲相对应的实习

第 I 部分：复习基础知识

模块号	实　习	类型
I.1	演示辐射源的各种类型和解释它们的应用，天然和人工放射性核素以及消费品	演示
I.2	演示半衰期：核素图、使用书本和软件作为核数据的来源	演示
I.3	放射性衰变方程的应用和练习使用某些简单的数学代码	练习
I.4	测量半衰期	实验室练习
I.5	使用盖革-弥勒计数器或类似的计数器和放射源进行统计性的计数、核实统计分布规律	实验室练习
I.6	氡射气	演示
I.7	α 和 β 粒子的射程	演示

续表

模块号	实　习	类型
I.8	中子的慢化和吸收	演示
I.9	演示不同材料的屏蔽性能和屏蔽计算的例题	演示
I.10	演示β射线的反散射	演示
I.11	演示β射线在不同厚度的源中的吸收（自吸收）	演示
I.12	用吸收法测定β射线的最大能量值	实验室练习
I.13	研究γ射线的衰减与厚度和原子序数Z的函数关系	实验室练习

表 6-2：与标准教学大纲相对应的实习

第II部分：量和测量

模块号	实　习	类型
II.1	演示各种类型的α、β、γ、中子辐射的便携式监测仪，解释它们各自的应用，使用和查询设备使用手册	演示
II.2	若干个量的计算练习	练习
II.3	测定盖革-弥勒计数器的特性：计数率随电压的变化曲线和对不同辐射能量的响应	实验室练习
II.4	测定本底辐射的水平	演示
II.5	测量β发射体样本的β辐射水平和测定总效率	实验室练习
II.6	使用低本底盖革-弥勒计数器系统测量低活度β发射源	实验室练习
II.7	标定γ闪烁谱仪的能量和活度	实验室练习
II.8	使用半导体探测器分析γ复合能谱	实验室练习
II.9	标定α谱仪系统的能量和活度	实验室练习
II.10	标定测量α活度用ZnS（Ag）闪烁计数器	实验室练习
II.1	读出经不同类型不同能量的辐射照射过的、测定个人剂量用的照相底片	演示
II.12	读出热释光剂量计	演示
II.13	用径迹蚀刻系统进行测量	演示
II.14	用液体闪烁计数系统测量低活度氚-3和碳-14	实验室练习

续表

模块号	实　习	类型
II.15	使用 BF_3 探测器和聚乙烯慢化剂球探测中子及测定其能谱	实验室练习
II.16	鉴别未知的放射性核素	实验室练习
II.17	制备铀的标准源	实验室练习

表 6-3：　与标准教学大纲相对应的实习

第III部分：电离辐射的生物效应

模块号	实　习	类型
III.1	分析染色体畸变	演示
III.2	解读流行病学数据	案例研究
III.3	评估由剂量引起的危害	案例研究

表 6-4：与标准教学大纲相对应的实习

第Ⅳ部分：辐射防护原则和国际的管理体制

模块号	实　习	类型
IV.1	介绍与给定实践有关的辐射防护体系的组成部分和安全文化	案例研究
IV.2	辐射防护与辐射安全的原则和国内外的经验	案例研究
IV.3	简评某单位的安全文化	案例研究

表 6-5：与标准教学大纲相对应的实习

第Ⅴ部分:监管部门的控制

模块号	实　习	类型
V.1	为拥有规定类型和数量辐射源的国家编制概念性的监管体系	案例研究
V.2	使用计算机辅助材料为监管机构建立一个信息系统	演示
	("例如 IAEA 监管主管部门信息系统 (RAIS))	

续表

模块号	实　习	类型
V.3	学习工业实践或医疗实践的办证过程	案例研究
V.4	为了申请许可证而对工业射线照相设施或其它类型的实践进行安全审查	案例研究
V.5	对在烟雾探测器或其它消费品中使用放射源的申请进行评价(考虑正当性原则)	案例研究
V.6	为某个监管机构编写某个专题的新闻稿	案例研究

表 6-6：与标准教学大纲相对应的实习

第VI部分：外照射和内照射的评估

模块号	实　习	类型
VI.1	制定常规的监测计划 (内照射和外照射)	案例研究
VI.2	使用热释光剂量计和胶片测定个人剂量	演示
VI.3	解读个人剂量计的测量结果	案例研究
VI.4	演示供监测区域、表面和空气用的实用的监测系统	演示
VI.5	标定不同的剂量计	参观一个二级标准剂量实验室
VI.6	用全身计数系统测量体内放射性核素含量	参观去一个全身计数设施
VI.7	测量尿样中的放射性核素	实验室练习
VI.8	用 ICRP 模型计算急性和慢性内照射剂量	案例研究

表 VI-7：　与标准教学大纲相对应的实习

第VII部分：职业性照射的防护

模块号	实　习	类型
VII.1	参观工业射线照相设施	技术参观

续表

模块号	实　习	类型
VII.2	参观工业用或研究用辐照装置或加速器	技术参观
VII.3	参观医院的核医学科	技术参观
	业设施（如工业射线照相或辐照装置）编制组织系	
	统图和辐射防护计划的要点	
VII.4	为医院（如放射治疗、放射诊断或核医学）和为工	案例研究
VII.5	X 光机的屏蔽计算	练习
VII.6	将合理可行地低（ALALA）原则适用于职业性照射	案例研究
VII.7	密封源的检漏	实验室练习
VII.8	个人防护设备的使用	演示
VII.9	个人剂量计和监测仪的选择	演示
VII.10	筹备供临时操作非密封源用的实验室	模拟
VII.11	监测工作场所的外照射、选择仪器仪表和解读监测结果	模拟
VII.12	监测工作场所的表面污染和空气污染，α 和 β	
	总计数和 γ 谱仪的使用	模拟
VII.13	表面去污	实验室练习
VII.14	测定空气污染引起的个人剂量	案例研究
VII.15	个人剂量记录的管理，减少剂量的措施，专门监测和后续措施	案例研究
VII.16	比较基于现场监测预测的操作人员剂量和在混合辐射场中测得	案例研究
	的个人剂量结果	

表 6-8：与标准教学大纲相对应的实习

第Ⅷ部分：放射诊断、放射治疗及核医学中的医疗照射

模块号	实　习	类型
VIII.1	测定患者所受的剂量	案例研究
VIII.2	放射诊断中患者所受剂量的优化	案例研究
VIII.3	核医学和放射治疗中患者所受剂量的优化	案例研究

续表

模块号	实　习	类型
VIII.4	利用人体模型和热释光剂量测定探测器测量由钴-60 单方向照射引起的体内吸收剂量	实验室练习
VIII.5	参观医院的放射科、放射治疗科和核医学科，演示各种操作和详细说明需要记录的信息	技术参观
VIII.6	分析医疗照射事故	案例研究

表 6-9：与 标准教学大纲相对应的实习

第Ⅸ部分：由各种实践引起的公众照射量

模块号	实　习	类型
IX.1	运输放射性物质的程序、物质的表征和选择最适宜的货包类型	案例研究
IX.2	放射性同位素的打包以便运输	实验室练习
IX.3	为公路和空中运输准备货运单据	实验室练习
IX.4	废物的收集和分类：监测、初步整理和加标签	实验室练习
IX.5	参观废物处理和废物管理设施	技术参观
IX.6	列出给定设施环境监测计划各组成部分的清单	案例研究
IX.7	环境样本的制备和测量：空气、土壤、水和食品	实验室练习
IX.8	解读环境监测的结果	案例研究

表 6-10：与标准教学大纲相对应的实习

第Ⅹ部分：慢性照射和紧急事件照射情况下的干预

模块号	实　习	类型
X.1	测量住宅内的氡并与行动水平比较	实验室练习
IX.2	发生假想事故后的响应：γ射线照相源丢失	案例研究

续表

模块号	实　习	类型
IX.3	发生假想事故后的响应：大量放射性物质排向环境	案例研究
IX.4	估算受到意外的过量照射的个人剂量	案例研究
IX.5	搜寻丢失的源	模拟
IX.6	发生涉及放射性物质的假想运输事故后的响应	模拟
IX.7	发生假想事故后与公众和传媒沟通：记者招待会	模拟

表 6-11：与 标准教学大纲相对应的实习

第 XI 部分：培养教员

模块号	实　习	类型
XI.1	为用户编写辐射防护和辐射安全培训班的教学大纲和整个计划	案例研究
XI.2	建议供讲解和学员参与讨论用的专题： —与电离辐射的某项应用有关的职业性辐射防护； —为给定装置的办证目的而进行的安全评估； —为在给定装置进行检查做准备； —电离辐射源的医疗应用及与安全有关的问题； —辐射防护仪器仪表的局限性和使用； —天然放射性和公众受到的辐射照射； —制定对给定装置内发生的放射学紧急情况作出响应的概念性计划。	讲解和练习

参考文献

[6-1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Standard Syllabus for a Postgraduate Educational Course in Radiation Protection and the Safe Use of Radiation Sources, Training Course Series, IAEA, Vienna (2001).

附录 7

供学员评价培训工作用的问卷样本

培训班名称：_____ 日期：_____ 地点：_____

学员姓名：_____

本问卷有两个目标：肯定培训的长处和指出哪些地方需要改进和提高。你作为培训的参与者，你的意见一定是深思熟虑的和坦诚的。我们作为培训的组织者，只要可能就会采纳你所提出的建议和想法以改进培训工作。

第 1 部分：关于这次培训的一般性问题

1. 我们希望我们的培训是组织得很好的。也就是说，我们希望培训进行得顺利、准时和高效。我们希望正好在你需要的时候给你提供了你所需要的资料和工具。我们希望你对这个培训班的目标和你的学习目的有一个清楚的认识。按照你本人对本培训班的组织工作的看法选择一个最接近的答案。

培训组织非常好	绝大部分时间组织得很好	组织得基本上很好但有些需要改进	培训组织者需要把培训班组织得更好	组织工作混乱不堪
1	2	3	4	5

具体意见：

2. 我们希望我们的教员是称职的。也就是说，我们希望教员是准备充分、讲解清楚的专家。我们希望他们激励和吸引你学习实用的技能和知识，并回答你提出的每一个问题。我们在实现我们的教员是称职的这个目标方面做得如何？

教员是称职的	大部分教员是称职的	教员基本上是称职的但有些教员需要提高	培训组织者需要使教员更称职	教员不称职
1	2	3	4	5

具体意见：

3. 我们希望这次培训使教员与学员以及学员与学员之间建立起良好的关系。对此你有什么看法？

我已经建立了许多这样的关系	我已经建立了一些这样的关系	我们已经建立了少量这样的关系	培训组织者要在这方面营造更好的环境	我几乎没有建立这样的关系
1	2	3	4	5

具体意见：

4. 我们希望这期培训班是你参加过的培训班中最好者之一。你认为本次培训的总体情况如何？

很好	好	一般	差	很差
1	2	3	4	5

具体意见：

5. 我们希望本次培训给你提供的知识和技能对于帮助你安全地工作是有用的。本次培训在满足你的需要和期望方面做得怎样？

满足了我的所有需要和期望	满足了我的大部分需要和期望	满足了足以帮助我安全工作的需要和期望	满足了我少量的需要和期望	没有满足我的需要和期望
1	2	3	4	5

具体意见：

第 2 部分：设施和社会活动（如果安排了的话）

1　你对教学设施（如演讲厅、自习室和视听设备）怎么看？

很好 _____ 好 _____

可接受 _____ 不可接受 _____

2　你对学员的住宿条件怎么看？

很好 _____ 好 _____

可接受 _____ 不可接受 _____

3　你对为学员安排的社会活动（如旅游和娱乐）怎么看？

很好 _____ 好 _____

可接受 _____ 不可接受 _____

4　你对将来培训活动的社会活动安排有何建议？（请具体说明）

5　你作对与培训的技术方面或培训的内容无关的安排（如教学设施、 社会方面和住宿问题）有什么建议或意见？

第 3 部分：有助于我们改进培训班的一些具体问题

1 请在下表中列出对你来说**最有用**的五个专题。

2 请再列出对你来说**没多大用**的五个专题。

3 **最好的学习活动**是哪些？请给出具体的模块、讲课、实验室练习、讨论、现场参观或课堂练习的名称。哪些因素使它成了**最好的学习活动**？

4 当你回去之后，在这期培训班中学到的哪些内容是你能直接应用的？

5 请在相应的方框中填 X，指出每一模块、讲课或其他课程对你的工作的用途，和改进你专业培训的有用性，如果你认为那一堂课可以删减或需要扩充，或内容需要改进，在相应的位置填上 X。请解释你的选择以及提出其他的改进培训效率的意见和建议。如有必要表格可以加长。

模块号	有用	无用	删减	扩充	改进内容	解释
模块1						
模块2						
模块3						
模块4						
模块5						

参与起草和审查的专家名单

Adriambolona, R.	Institut national des sciences et techniques nucléaires, Madagascar
Bilbao, A.	International Atomic Energy Agency
Boal, T.	International Atomic Energy Agency
Domenech-Nieves, H.	Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones, Cuba
Gustafsson, M.	International Atomic Energy Agency
Hacker, C.	Australian Nuclear Science and Technology Organisation, Australia
Lirsac, P.	Institut national des sciences et technologies nucléaires, France
Mrabit, K.	International Atomic Energy Agency
Niu, S.	International Labour Organisation
Paynter, R.	National Radiological Protection Board, United Kingdom
Rozental, J.	Radiation Safety and Regulation Division, Ministry of Environment, Israel
Rudelli, M.	Autoridad Regulatoria Nuclear, Argentina
Sadagopan, G.	International Atomic Energy Agency
Schmitt-Hannig, A.	Bundesamt für Strahlenschutz, Germany
Sckvarca, J.	Pan American Health Organization
Sohrabi, M.	International Atomic Energy Agency

Wieland, P.	International Atomic Energy Agency
Ziemer, P.	Purdue University, United States of America

顾问会议

奥地利维也纳：1998年7月27～31日，1999年3月15～19日

咨询组会议

奥地利维也纳: 2000 年 3 月 6～10 日